

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№1-2 2022 (ЯНВАРЬ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

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

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

Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью
«Научные технологии»

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

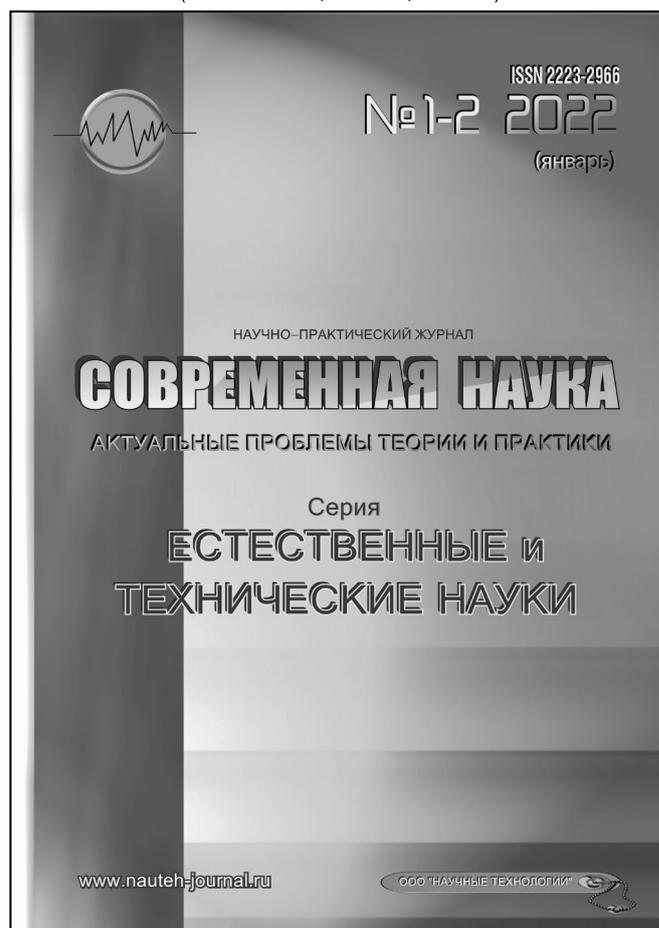
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(БАК 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296
Подписано в печать 28.01.2022 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 Мурадovich — 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 Ильясovich — 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

- Курбатов С.А., Зубкова В.М., Пономарев А.Я.** — Сезонная динамика приоритетных загрязнителей воды Клязьминского водохранилища
Kurbatov S., Zubkova V., Ponomarev A. — Seasonal dynamics of priority water pollutants in the Klyazminskoye reservoir 5

Информатика, вычислительная техника и управление

- Блощинский В.Д., Шалобанов С.В., Шалобанов С.С.** — Применение настраиваемых моделей на фильтрах Лагерра для поиска параметрических дефектов в непрерывных САУ
Bloshchinskiy V., Shalobanov S., Shalobanov S. — Application of configurable models on Laguerre filters for finding parametric defects in continuous ACS 12

- Васильев А.В., Васильев Г.В.** — Разработка нейросетевого контроллера для устройства динамического восстановления напряжения
Vasilev A., Vasilev G. — Design of neural network controller for dynamic voltage restorer 18

- Георгиева М.А.** — Разработка алгоритма управления эрозионными процессами в русловой подсистеме горных и предгорных ландшафтов
Georgieva M. — Development of an algorithm for control of erosion processes in the room subsystem of mountain and foothland landscapes 23

- Кощеев А.В., Лашин Ю.Ф., Сагдеев А.К., Халепа С.Л.** — Вопросы конфликтологии в системах военного назначения
Koscheev A., Lashin Yu., Sagdeev A., Halepa S. — Issues of conflictology in military systems 27

- Мамрега В.В.** — Сферы применения машинного зрения в промышленности
Mamrega V. — Computer vision in manufacture 32

- Махнев С.А.** — Применение нейронной сети методом обратного распространения ошибки для текстового набора данных
Makhnev S. — Application of the neural network by the method of backpropagation of the error for a text data set 38

- Рябогина И.А., Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н., Чискидов С.В.** — Информационная система обработки и хранения данных для моделирования в конструкторском бюро
Ryabogina I., Romashkova O., Ermakova T., Chiskidov S. — Data processing and storage information system for modeling in design bureau 43

- Турдиев О.А.** — Исследование вычислительной сложности формирования контрольных сумм для алгоритма CRC в зависимости от разрядности порождающего полинома
Turdiev O. — Investigation of the computational complexity of generating checksums for the CRC algorithm depending on the width of the generating polynomial 52

- Хаширова Т.Ю., Малухова Ф.В., Эдгулова Е.К., Гурфова Р.В.** — Современные подходы к проблеме управления педагогическим процессом образовательной организации с использованием информационно-коммуникационных технологий
Khashirova T., Malukhova F., Edgulovala E., Gurfova R. — Modern approaches to the problem of managing the pedagogical process of an educational organization using information and communication technologies 59

- Чаадаев К.В.** — Решение задач динамического программирования сетевыми методами
Chaadaev K. — Solution of dynamic programming problems by network methods 63

Клиническая медицина

- Александрова О.В.** — Влияние высокой уздечки и короткой губы на уровень альвеолярной костной ткани с вестибулярной стороны
Aleksandrova O. — A High Frenulum, A Short Lip Impact on THE bone level on THE vestibular side72
- Бабич И.И., Багновский И.О.** — Результаты лечения детей с инородными магнитными телами пищеварительного тракта
Babich I., Bagnovskii I. — Results of treatment of children with foreign magnetic bodies of the digestive tract77
- Закарова А.Н.** — Выявление ошибок отдаленного результата ортопедического лечения
Zakarova A. — Identification of errors in the long-term result of orthopedic treatment.83
- Иванов Д.Е.** — Основные аспекты аугментационной маммопластики как одного из перспективных методов эндопротезирования молочных желез
Ivanov D. — The main aspects of augmentation mammaplasty as one of the promising methods of breast arthroplasty.....87
- Калита Е.Р.** — Современные подходы к лечению травмы концевой фаланги пальцев кисти
Kalita E. — Modern approaches to treatment of terminal finger phalanx trauma90
- Колесников О.Л., Колесникова А.А., Тарабрина Ю.О., Синеглазова А.В.** — О противовоспалительных эффектах ингибиторов дипептидилпептидазы 4
Kolesnikov O., Kolesnikova A., Tarabrina Iu., Sineglazova A. — About anti-inflammatory effects of dipeptidyl peptidase 4 inhibitors.....98
- Кострома Я.В.** — Возможности влагалищного использования цитокинотерапии при хроническом цервиците
Kostroma Ya. — Possibilities of vaginal use of cytokinotherapy in chronic cervicitis103

- Максимов Д.А., Асеев А.В., Шепель Е.В., Невоструева А.А., Морозов А.М., Беляк М.А.** — Филлоидная опухоль – обзор литературы с примерами из клинической практики
Maximov D., Aseev A., Shepel E., Nevostrueva A., Morozov A., Belyak M. — Phylloid tumor – literature review with examples from clinical practice.....106

- Уруджева Н.Г., Эседова А.Э., Идрисова М.А., Магомедова Т.С., Аллахкулиева С.З.** — Менопаузальный метаболический синдром. Особенности течения
Urudzheva N., Esedova A., Idrisova M., Magomedova T., Allahkuliyeva S. — Menopausal metabolic syndrome. Features of the flow114

- Целкович Л.С., Балтер Р.Б., Иванова Т.В., Ибрагимова А.Р., Рябов А.Ю.** — Влияние уровней содержания конечных продуктов гликирования на исходы беременности, особенности течения послеродового периода, состояние новорожденных у женщин с ГСД
Tselkovich L., Balter R., Ivanova T., Ibragimova A., Ryabov A. — The effect of the levels of glycation end products on pregnancy outcomes, features of the course of the postpartum period, the condition of newborns in women with GSD121

- Яшнова Н.Б., Яшнов А.А., Золотухина А.Е., Катман М.А., Турчина Е.В.** — Кислотно-щелочное равновесие в полости рта при желчнокаменной болезни
Yashnova N., Yashnov A., Zolotukhina A., Katman M., Turchina E. — Acid-base balance in the oral cavity in cholelithiasis.....127

Информация

- Наши авторы. Our Authors130
- Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале132

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВОДЫ КЛАЗЬМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

SEASONAL DYNAMICS OF PRIORITY WATER POLLUTANTS IN THE KLYAZMINSKOYE RESERVOIR

**S. Kurbatov
V. Zubkova
A. Ponomarev**

Summary. On the basis of monitoring the water area of the Klyazminkoye reservoir, the water quality was analyzed according to the main indicators and hydrochemical indices. The excess of the standard concentrations for the content of iron, manganese, copper in all periods of research was revealed. A lower self-cleaning ability of water in the summer-spring period compared to the autumn-winter period has been established. The priority water pollutants are manganese, iron and copper. According to the specific combinatorial index of pollution, the reservoir water is classified as "dirty", based on biotesting — non-toxic.

Keywords: water bodies, pollution, hydrological indices, bioindication, self-purification.

Курбатов Сергей Андреевич

Аспирант, Российский государственный
социальный университет (Москва)
s.kurbatoff@icloud.com

Зубкова Валентина Михайловна

Д.б.н., профессор, Российский государственный
социальный университет (Москва)
vmzubkova@yandex.ru

Пономарев Анатолий Яковлевич

К.т.н., доцент, Российский государственный
социальный университет (Москва)
apn1@yandex.ru

Аннотация. На основе мониторинга акватории Клязьминского водохранилища проанализировано качество воды по основным показателям и гидрохимическим индексам. Выявлены превышения нормативных концентраций по содержанию железа, марганца, меди во все сроки исследований. Установлена более низкая самоочищающая способность воды в летне-весенний по сравнению с осенне-зимним периодом. Приоритетными загрязнителями воды являются марганец, железо и медь. По показателю УКИЗВ вода водохранилища относится к категории «грязная», на основании биотестирования — нетоксичная.

Ключевые слова: водные объекты, загрязнение, гидрологические индексы, биоиндикация, самоочищающая способность.

Различные виды водопользования влияют как на качество, так и на количество имеющихся водных ресурсов, в связи с чем, управление загрязнением поверхностных водных объектов играет важную роль как на национальном, так и на международном уровнях. Антропогенное давление на окружающую среду приводит к снижению качества воды, и нарушению глобального экологического водного баланса [2;4].

Существует множество источников загрязнения поверхностных водных объектов. В частности, их категоризируют на точечные и диффузные. Промышленные здания, города, хранилища пестицидов, свалки и т.д. являются примерами точечных источников. Их легче идентифицировать и контролировать, нежели диффузные источники, такие как выщелачивание нитратов и пестицидов в поверхностные и грунтовые воды в результате осадков, инфильтрации почвы и поверхностного стока с сельскохозяйственных угодий. Такие источники вызывают значительные колебания загряз-

няемой нагрузки на водные объекты с течением времени [3;7;18].

Основным источником органического и неорганического загрязнения водохранилищ является деятельность человека. Многие токсичные соединения либо биологически не разлагаются, либо разлагаются медленно, поэтому они сохраняются в водной экосистеме. Эвтрофикация, вызванная обогащением воды азотом и фосфором, является еще одной общемировой проблемой [3].

Близкое расположение Клязьминского водохранилища к городу Москве предопределило высокую рекреационную нагрузку на акваторию водохранилища. Клязьминское водохранилище используется для водоснабжения города Москвы и Московской области, судоходства, обводнения реки Москвы, регулирования уровня и загрязненности поверхностной воды в реке Клязьме, а также для выработки электроэнергии на ГЭС. Водохранилище имеет высшую рыбохозяйственную ка-

Таблица 1. Места расположения гидрологических вертикалей наблюдения качества вод Клязьминского водохранилища

Номер и пункт створа	Координаты точек отбора		Источники загрязнения
	Широта	Долгота	
1. Хлебниковский затон (створ 1)	55°57'39.80"	37°30'51.70"	ОАО «ХМСЗ» ООО «ММ яхт-клуб «Спартак» ООО «Аэромарин» ООО «Хауз Лайн» ООО «Яхт-клуб «Аврора» ООО «Капитал-Строй» ООО «Экспресс-Трейдинг»
2. Котовский залив (створ 2)	55°57'20.10"	37°29'29.50"	МУП «Инженерные сети г. Долгопрудного» ООО «СК «Пороходъ» ООО «Долвейк» Митрохин В.А. (рекреация) АУ «ОДП г.о.Долгопрудный»
3. Поселок Дубрава (Створ 3)	55°59'04.65"	37°36'30.38"	ООО «Луч» ФГАУ «ОК «Клязьма» ФГЛПУ «СП «Подмосковье» ФНС России ФГКУ «Санаторий Дубрава ФСБ» ОСП «Яхт-клуб «Золотой город»

тегорию и в силу закона охраняется как особо охраняемая природная территория [4].

Для защиты источников питьевого водоснабжения предусмотрены санитарно-защитные зоны, разделенные на I, II и III пояса охраны. Хозяйственная деятельность в зонах санитарной охраны ограничена. В целях регламентации видов воздействия на водные объекты исходя из целевого назначения водного объекта устанавливаются нормативы допустимого воздействия. Указанные нормативы определяют допустимое совокупное воздействие всех источников на водный объект или его часть. В связи с чем, до 2030 г. установлены нормативы допустимого воздействия на акваторию Клязьминского водохранилища по следующим видам воздействия [10]:

- ◆ по привносу химических и взвешенных минеральных веществ;
- ◆ по использованию акватории под строительство гидротехнических и иных сооружений;
- ◆ по привносу микроорганизмов.

Высокая антропогенная нагрузка на акваторию и охранный зону Клязьминского водохранилища, а также повышенная сезонная рекреационная нагрузка и большая роль в питьевом водоснабжении г. Москвы обусловили актуальность исследования.

Целью наших исследований явилось изучение сезонной динамики приоритетных загрязнителей акватории Клязьминского водохранилища в створах с вы-

сокой рекреационной нагрузкой в навигационный период.

Методы

Исследования проведены зимой, весной, летом и осенью 2021 г. в акватории Клязьминского водохранилища на трех репрезентативных створах, с высоким рекреационным прессингом (табл. 1).

Отбор проб воды для всех анализов осуществляли в соответствии с требованиями к отбору проб природных вод, изложенных в ГОСТ 31861 [6] и Р52.24.353 [16].

Определение загрязняющих веществ в воде Клязьминского водохранилища проводили в аккредитованной бассейновой гидрохимической лаборатории ФГБ-ВУ «Центррегионводхоз».

Оценка токсичности поверхностных вод выполнена по тест-объектам *Chlorella vulgaris* beijer и *Daphnia magna* Straus, в соответствии с методиками ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 [11] и ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06 [12].

В ходе исследования определено содержание соединений азота, тяжелых металлов, общие и специфические показатели качества в поверхностном водном слое Клязьминского водохранилища.

Полученные данные сравнивали со значениями предельно допустимых концентраций веществ для

Таблица 2. Некоторые общие показатели качества воды Клязьминского водохранилища

Номер створа/Показатель	Растворенный кислород	БПК ₅	Взвешенные вещества	рН, ед.	Т, °С	Цветность, градусы цветности
	мг/дм ³					
Створ 1 зима	11,45±0,04	2,2±0,01	7,0±0,7	7,6±0,2	1,5±0,1	102,0±2,0
Створ 1 весна	10,46±0,06	4,7±0,15	4,0±0,1	7,4±0,1	3,6±0,4	176,0±0,9
Створ 1 лето	11,71±0,01	2,9±0,09	9,0±0,4	8,3±0,03	26,2±0,9	88,0±0,91
Створ 1 осень	8,38±0,04	1,4±0,28	7,0±0,5	7,9±0,2	10,2±0,4	64,0±1,4
Створ 2 зима	10,20±0,03	2,1±0,01	4,0±0,1	7,6±0,04	0,7±0,01	96,0±0,97
Створ 2 весна	9,76±0,04	6,1±0,39	4,0±0,1	7,5±0,1	5,7±0,2	100,0±1,3
Створ 2 лето	12,10±0,04	3,1±0,47	10,0±0,3	8,4±0,09	26,9±0,31	84,0±0,7
Створ 2 осень	8,50±0,01	1,3±0,06	4,0±0,09	7,8±0,05	9,7±0,2	65,0±0,89
Створ 3 зима	12,59±0,04	1,9±0,04	4,0±0,09	7,9±0,1	3,8±0,01	114,0±1,7
Створ 3 весна	12,77±0,06	3,4±0,11	6,0±0,2	7,8±0,01	4,6±0,1	65,0±0,99
Створ 3 лето	11,80±0,04	4,1±0,21	9,0±0,4	8,9±0,2	27,0±0,3	76,0±0,74
Створ 3 осень	8,90±0,02	1,8±0,05	4,0±0,7	7,6±0,02	9,6±0,4	64,0±0,73
Норматив (ПДК)	4,0**	2,1**	3,0*	6,0–8,5**	отсутств.	30,0***

Примечание: * — норматив допустимого воздействия [10]

** — норматив качества воды рыбохозяйственного значения [15]

*** — санитарно-гигиенический норматив [13]

рыбохозяйственных водоемов [15], гигиеническими нормативами [13] и нормативами допустимого воздействия на водный объект [10], по наиболее жестким из числа установленных нормативов.

Оценку сезонного качества воды Клязьминского водохранилища в заданных створах оценивали по гидрохимическому индексу загрязнения воды, определяемого по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) / N,$$

где: C_i — фактическая концентрация элемента в воде, ПДК_i — предельно допустимая концентрация элемента, N — количество анализируемых показателей. При расчете ИЗВ предпочтения отдавались показателям, имеющим токсикологический или санитарно-токсикологический признак вредности, включая значения растворенного кислорода (R), рН и БПК₅ [5].

Нами составлен ряд показателей количества R и БПК₅ в исследуемых створах и вычислено соотношение этих показателей для оценки самоочищающегося потенциала воды (экспресс-тест), как характеристики фотосинтезирующей активности в водоеме к его деструктивной способности: R/БПК₅ [1].

Анализ качества воды в исследуемых створах за год проводили по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды, в соответствии с положениями РД 52.24.643–2002 [17].

Результаты и обсуждение

Анализ общих показателей свойств воды, устанавливающий соответствие качества поверхностных вод требованиям водопользования и интенсивности антропогенной нагрузки на водоисточник по приоритетным показателям, указывает на избыточную цветность воды (табл. 2). Главная причина — это низкий уровень водообмена Клязьминского водохранилища, что, в свою очередь, замедляет процессы естественного самоочищения. Кроме этого, большой вклад вносят абиотические факторы: гидродинамика, геодинамика берегов и ложа, климатические факторы, морфология и геологическое строение берегов и ложа водохранилища.

Во все сроки исследований для всех створов были превышены санитарно-гигиенические нормативы по цветности. При этом минимальные (но превышающие ПДК значения) отмечены осенью, максимальные — весной за исключением створа 3, где максимальное превышение ПДК наблюдали зимой. Увеличение уровня цветности воды весной связано с дополнительным попаданием в водохранилище паводковых вод, а достаточно высокий уровень летом и осенью — с развитием биоты и ливневым стоком [4].

Активная реакция среды (рН), колебалась в пределах 7,40–8,90 ед., что характеризует её как слабощелочную. Сезонная изменчивость рН сопряжена с работой буферных систем воды, развитием и интенсивностью разложения органической биомассы, продукцией угле-

Таблица 3. Потенциал самоочищающей способности воды Клязьминского водохранилища по кислородным показателям

R/БПК5	Зима	Весна	Лето	Осень	
	Створ 1				
	5,18	2,22	4,04	5,94	
	Створ 2				
	4,77	1,60	3,90	6,53	
Створ 3					
6,49	3,75	2,87	5,56		

Таблица 4. Содержание приоритетных токсикантов в воде Клязьминского водохранилища, в долях от ПДК_{рх}.

Загрязняющее в-во	зима	весна	лето	осень	ПДК, мг/л
Створ 1					
Аммоний-ион	0,4	3,1	0,2	0,1	0,50
Железо общее	4,7	6,2	3,7	4,0	0,10
Кадмий	0,02	0,02	0,03	0,04	0,005
Марганец, 2+	8,7	11,3	2,3	4,6	0,01
Медь	2,2	2,9	21,0	2,4	0,001
Нефтепродукты	0,7	1,7	0,9	0,6	0,05
Нитраты	0,09	0,18	0,00	0,03	40,000
Нитриты	0,4	1,9	0,6	0,5	0,08
Свинец	0,4	0,1	0,1	0,3	0,006
Цинк	1,1	0,7	2,0	6,7	0,01
Створ 2					
Аммоний-ион	0,9	3,4	0,2	0,1	0,5
Железо общее	5,6	5,9	3,4	3,8	0,1
Кадмий	0,02	0,02	0,10	0,04	0,005
Марганец	21,0	19,0	1,1	4,0	0,01
Медь	2,2	2,8	2,4	2,6	0,001
Нефтепродукты	0,7	1,6	1,3	0,7	0,05
Нитраты	0,08	0,10	0,01	0,02	40
Нитриты	0,5	2,0	0,8	0,5	0,08
Свинец	0,03	0,06	0,03	0,33	0,006
Цинк	0,6	0,5	0,1	1,5	0,01
Створ 3					
Аммоний-ион	0,5	0,8	0,6	0,1	0,5
Железо общее	19,7	6,3	4,2	3,9	0,1
Кадмий	0,02	0,02	0,10	0,02	0,005
Марганец	6,7	5,6	1,0	3,0	0,01
Медь	4,9	2,6	3,3	3,1	0,001
Нефтепродукты	1,2	0,8	1,0	0,9	0,05
Нитраты	0,07	0,05	0,06	0,04	40
Нитриты	0,4	0,5	0,8	0,5	0,08
Свинец	0,03	0,03	0,03	0,03	0,006
Цинк	0,9	0,5	0,8	0,7	0,01

Примечание: жирным выделены показатели превышающие норматив

Таблица 5. Сезонная оценка качества воды Клязьминского водохранилища по показателю ИЗВ, 2021 г.

	зима	весна	лето	осень
ИЗВ	Створ 1			
	2,90 (IV загрязненная)	1,41 (III умеренно-загрязненная)	0,99 (II -чистая)	1,32 (III умеренно загрязненная)
	Створ 2			
	4,70 (V- грязная)	1,40 (III- умеренно загрязненная)	0,64 (II- чистая)	3,43 (IV загрязненная)
	Створ 3			
	4,85 (V- грязная)	0,87 (II - чистая)	0,99 (II - чистая)	1,10 (II - чистая)

кислого газа. Летний период во всех створах характеризовался наивысшей щелочностью.

Взвешенные вещества меняют физико-химические свойства воды как сами по себе, так и как адсорбенты, оказывающие мощное влияние на живые организмы. [8]. Наибольшее количество взвешенных веществ отмечено в летнюю межень. При этом концентрации взвешенных веществ превышают концентрации, используемые для установления нормативов допустимого воздействия на Клязьминское водохранилище

Нарушение гомеостаза между фотосинтезом и деградацией органических веществ приводит к снижению самоочищающей способности водохранилища. Растворенный кислород (R) можно использовать для оценки интенсивности фотосинтеза, а БПК₅ для оценки активности минерализации. При этом соотношение R/БПК₅ служит экспресс-тестом для анализа самоочищающего потенциала водоема [табл. 3]. Чем выше это соотношение, тем выше потенциал самоочищающей способности в водоемах.

Анализ самоочищающей способности Клязьминского водохранилища по кислородным показателям показал, что во всех исследуемых створах интенсивность процессов самоочищения в летне-весенний период ниже, чем в осенне-зимний период. Несмотря на некоторые различия в самоочищающей способности различных створов по периодам, средний потенциал самоочищения за год на разных участках водохранилища не изменялся.

Изучение содержания загрязнителей в воде Клязьминского водохранилища указывает на то, что в боль-

шинстве случаев наблюдаемые концентрации их ниже санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных ПДК (табл. 4). Однако, по некоторым из них (железо, марганец, медь, цинк, нитриты, нефтепродукты) на отдельных вертикалях содержание превышает ПДК_{рх}. Следует отметить, что не все превышения по показателям носят системный характер. Такие показатели как нефтепродукты, нитриты, цинк имеют сезонный характер и различаются по гидрометрическим створам. Неоднородность распределения исследуемых показателей качества воды по акватории водохранилища обуславливается неоднородностью определяющих их прямых и косвенных факторов. Ключевую роль в сезонном загрязнении акватории водохранилища играет рекреация и судоходство, имеющие не круглогодичный навигационный период.

Во всех створах во все сроки анализа существенно превышены ПДК по железу, марганцу, меди; весной кроме того в створах 1 и 2 превышены содержания аммоний-иона более, чем в 3,2 раза; нефтепродуктов — более, чем в 1,6 и нитритов — в 2 раза. В осенне-летний период в отдельных створах отмечено повышенное содержание цинка.

Анализ гидрохимического индекса загрязнения воды показал (табл. 5), что категория качества воды Клязьминского водохранилища в створе 1 характеризуется как загрязненная в зимний период, умеренно-загрязненная в весенний и осенний периоды. Качество воды в створе 2 характеризуется как грязная в зимний, умеренно загрязненная в весенний, загрязненная в осенний периоды. В створе 3 качество воды в зимний период характеризуется как грязная, в весенне-осенний период как чистая.

Таблица 6. Оценка качества воды Клязьминского водохранилища по показателю УКИЗВ, 2021 г.

Номер	Вертикаль	УКИЗВ	Класс качества, характеристика загрязнённости	Коэффициент комплексности, %	Критические показатели загрязнённости
1	Створ 1	5,61	IVa. Грязная	52,5	-
2	Створ 2	5,37	IVa. Грязная	50,0	Марганец, 2+
3	Створ 3	3,76	IVa. Грязная	40,0	Железо общее

Таблица 7. Показатели токсичности воды по результатам биотестирования

Номер створа/Показатель	Тест-объект	Продолжительность наблюдения (час)	Оценка тестируемой пробы
Створ 1 (зима, весна, лето, осень)	<i>Chlorella vulgaris beijer</i>	22	Не оказывает острое токсическое действие при $1 < Kp^* \leq 100; 1000$
	<i>Daphnia magma Straus</i>	48	Не оказывает острое токсическое действие при $1 < Kp^* \leq 100; 1000$
Створ 2 (зима, весна, лето, осень)	<i>Chlorella vulgaris beijer</i>	22	Не оказывает острое токсическое действие при $1 < Kp^* \leq 100$ ТКР** — 2,2 раза (зима) ТКР** — отст. (весна, лето, осень)
Створ 3 (зима, весна)	<i>Chlorella vulgaris beijer</i>	22	Не оказывает острое токсическое действие при $1 < Kp^* \leq 100$ ТКР** — 2,1 раза
Створ 3 (лето, осень)	<i>Chlorella vulgaris beijer</i>	22	Не оказывает острое токсическое действие при $1 < Kp^* \leq 100; 1000$
	<i>Daphnia magma Straus</i>	48	Не оказывает острое токсическое действие при $1 < Kp^* \leq 100; 1000$

Примечание: * — кратность разведения;

** - токсичная кратность разбавления вод, в случае превышения критерия токсичности в виде 20% подавления роста или 30% стимуляции роста.

При этом во всех исследуемых створах качество воды в летний период характеризуется как чистая.

По удельному комбинаторному индексу загрязнённости вода во всех исследуемых створах Клязьминского водохранилища в 2021 г характеризуется как «грязная» (табл. 6).

В настоящее время предпочтение отдают оценке качества поверхностных вод на основе сочетаний гидрохимических и гидробиологических (эколого-токсикологических) показателей. Применение методов биоиндикации и биотестирования в исследовании водных объектов позволяет оценить качество воды с помощью водных организмов.

В результате биотестирования установлено, что во всех исследуемых образцах, водная вытяжка без разведения не оказывает токсического действия на *Chlorella vulgaris beijer* и *Daphnia magma Straus*. Для исследуемых образцов в соответствии с приказом Минприроды России № 536 от 04.12.2014 [14] устанавливается 5 класс опасности (практически не опасна), степень токсичности вод — нетоксичная.

Выводы

Проведенные исследования показывают, что приоритетными загрязнителями воды Клязьминского водохранилища являются железо, марганец и медь. В отдельные сроки отмечаются превышения нормативных

концентраций по аммоний-ионам нефтепродуктам, нитритам и цинку. Отношение содержания растворенного кислорода к биохимическому потреблению его показывает на стабильность среднего потенциала самоочищения воды за год на разных участках водохранилища.

Неоднозначность результатов оценки воды по УКИЗВ и биотестированию требует комплексной эколого-токсикологической оценки загрязненности поверхностных вод суши и совершенствования величин предельно-допустимых концентраций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акбаева Л.Х. и др. Сезонная динамика самоочищающей способности водоемов Акмолинской области // Гидрометеорология и экология. — 2019. — № 2 (93). — С. 121–130.
2. Алматов Б.И., Нуралиев Н.А., Нуралиева Х.О. Анализ и оценка посезонной динамики показателей химического состава воды некоторых водохранилищ Узбекистана // Гигиена и санитария. — 2017. — Т. 96. — № 2.
3. Богомолов А.В. и др. К вопросу оценки качества воды Аргазинского водохранилища // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. — 2021. — № 1. — С. 6–23.
4. Волков Д.А. Качество вод Клязьминского водохранилища // Вестник Московского университета. Серия 5. География. — 2011. — № 4.
5. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. Утв. Госкомгидрометом СССР 22.09.1986 г. № 250–1163. — М.: 1986. — 5 с.
6. ГОСТ 31861–2012 «Межгосударственный стандарт. Вода. Общие требования к отбору проб» от 01.01.2014.
7. Живетина А.В. и др. Сезонные особенности химического состава и качества воды в водохранилище руслового типа // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. — 2021. — Т. 7. — № 1. — С. 259–276.
8. Зиновьев Е.А., Китаев А.Б. О воздействии взвешенных частиц на гидрофауну // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2015. — Т. 17. — № 5–1.
9. Кочкарева А.С., Ахмедова Н.Р. К вопросу о состоянии малых водных объектов урбанизированных территорий // Вестник молодежной науки. — 2019. — № 5 (22).
10. Нормативы допустимого воздействия по бассейну Клязьминского водохранилища, утвержденные Заместителем руководителя Федерального агентства водных ресурсов от 28.01.2015.
11. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10–04 «Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления».
12. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12–06Т 16.1:2:2:3:3.9–06 «Токсикологические методы контроля методика измерений количества *Daphnia magna* straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета».
13. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01. 2021 года № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
14. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 04.12. 2014 г. № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду», зарегистрировано в Минюсте РФ 29 декабря 2015 г.
15. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (Зарегистрирован 13.01.2017 № 45203).
16. Р 52.24.353–2012 «Рекомендации. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод» утверждены Заместителем Руководителя Росгидромета от 02.04.2012.
17. РД 52.24.643–2002 «Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям».
18. Miyittah M. K. et al. Assessment of surface water quality status of the Aby Lagoon System in the Western Region of Ghana // Heliyon. — 2020. — Т. 6. — № 7. — С. e04466.

© Курбатов Сергей Андреевич (s.kurbatoff@icloud.com),

Зубкова Валентина Михайловна (vmzubkova@yandex.ru), Пономарев Анатолий Яковлевич (anpn1@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ НАСТРАИВАЕМЫХ МОДЕЛЕЙ НА ФИЛЬТРАХ ЛАГЕРРА ДЛЯ ПОИСКА ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ В НЕПРЕРЫВНЫХ САУ¹

APPLICATION OF CONFIGURABLE MODELS ON LAGUERRE FILTERS FOR FINDING PARAMETRIC DEFECTS IN CONTINUOUS ACS

**V. Bloschinskiy
S. Shalobanov
S. Shalobanov**

Summary. The paper considers an algorithm using configurable diagnostic models based on Laguerre filters with only a recursive part for finding parametric defects in continuous automatic control systems. A comparison is made of two approaches to configuring models: combined and individual, in relation to the choice of model parameters for each control point in the diagnostic object. Numerical experiments were carried out to configure the diagnostic models, select sets of vectors of reference defect technical states of the diagnostic object, and diagnose introduced defects by calculating the distinguishability by diagnostic features. The accuracy of the algorithm as a whole and the effectiveness of configuring approaches for various diagnostic object are estimated. All numerical experiments and simulations were carried out in a software package developed in the Scilab/Xcos environment.

Keywords: parametric defect, automatic control system, diagnostic object, diagnostic feature, Laguerre filter, configurable model.

Блощинский Владислав Дмитриевич
Аспирант, Тихоокеанский государственный
университет, Хабаровск
vladkms94@mail.ru

Шалобанов Сергей Викторович
Д.т.н, профессор, Тихоокеанский государственный
университет, Хабаровск
shalobanov@mail.ru

Шалобанов Сергей Сергеевич
К.т.н, доцент, Тихоокеанский государственный
университет, Хабаровск
shalobanov_ne@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается алгоритм, использующий настраиваемые диагностические модели, основанные на фильтрах Лагерра только с рекурсивной частью, для поиска параметрических дефектов в непрерывных системах автоматического управления. Проводится сравнение двух подходов к настройке моделей: совместный и индивидуальный, по отношению к выбору параметров моделей для каждой контрольной точки в объекте диагностирования. Проведены численные эксперименты по настройке диагностических моделей, выбору наборов векторов эталонных дефектных технических состояний объекта диагностирования и диагностированию вводимых дефектов с помощью расчета различимости по диагностическим признакам. Дана оценка точности алгоритма в целом и эффективности подходов настройки для различных объектов диагностирования. Все численные эксперименты и моделирование проводились в программном комплексе, разработанном в среде Scilab/Xcos.

Ключевые слова: параметрический дефект, система автоматического управления, объект диагностирования, диагностический признак, фильтр Лагерра, настраиваемая модель.

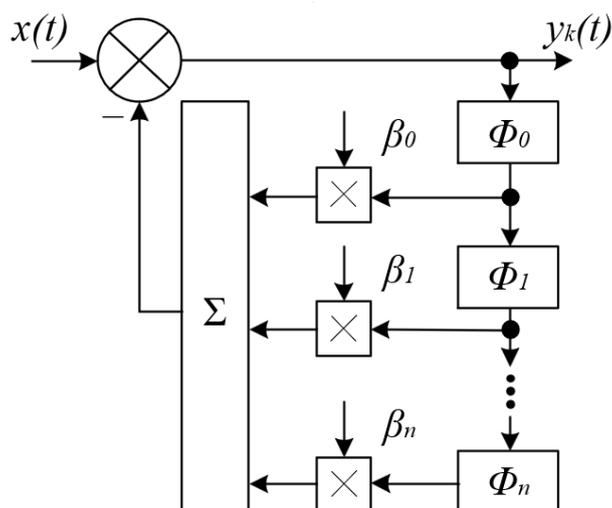
Введение

На сегодняшний день техническая диагностика и идентификация систем автоматического управления (САУ) является активно развивающимся направлением ввиду высоких требований к обеспечению надежности и качества таких систем. В таком ключе задачи разработки и исследования алгоритмов диагностирования [1–4] играют важную роль в вопросах построения высокоэффективных технологий диа-

гностического обеспечения САУ. Широкое распространение в диагностировании технического состояния систем автоматического управления получили классические типы математических моделей, которые являются предметом исследований теории идентификации [5–7].

Данная работа является продолжением исследовательских работ [8, 9], где для поиска параметрических дефектов в САУ рассматривалось применение динами-

¹ Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-1616.2020.8


 Рис. 1. Структура диагностической модели для k -ой контрольной точки

ческих изоморфных моделей, построенных на двух видах фильтров: на элементах задержки и на основе функций Лагерра. Описанный алгоритм построен на идее объединения методов диагностики и идентификации. По результатам проведенных численных экспериментов было определено, что лучшие результаты диагностирования обеспечивают модели на фильтрах Лагерра. Были рассмотрены различные способы построения фильтров: включение в обратную связь, в прямой цепи, а также представление в канонической форме. Каноническая форма обеспечивает немного лучшие показатели качества диагностирования, но увеличивает сложность настройки самой диагностической модели. Поэтому в данной работе рассмотрим построение фильтров, включенных в обратную связь. В предыдущих работах настройка диагностических моделей проводилась одинаково для каждой контрольной точки, то есть соответствующие внутренние параметры моделей были равны между собой. Цель данной работы — рассмотрение индивидуальной настройки изоморфной диагностической модели для каждой выбранной контрольной точки в объекте диагностирования и определение возможных преимуществ и недостатков такого подхода. Идея исходит из того, что каждая контрольная точка имеет отличные от других показатели переходных характеристик.

Описание алгоритма

В работе рассматриваются изоморфные динамические модели, построенные на основе фильтров Лагерра, в которых используется только рекурсивная часть. Подобные модели уже были рассмотрены в [8]. На рисунке 1 представлен общий вид модели для n базисных функций фильтра $\Phi_i(t)$. На рисунке обозначены: $x(t)$ —

диагностический сигнал, подаваемый на вход модели и объекта; $y_k(t)$ — выходной сигнал диагностической модели для k -ой контрольной точки; $\beta_1 \dots \beta_n$ — настраиваемые коэффициенты модели; $\Phi_1 \dots \Phi_n$ — блоки, реализующие передаточные функции базисных функций $\Phi_i(t)$.

Система передаточных базисных функций фильтра реализуется с помощью ортогональных функций Лагерра, которые в области преобразования Лапласа имеют следующие изображения:

$$\Phi_0 = \frac{s}{s+b}, \quad \Phi_i = \frac{s-b}{s+b},$$

где b — характеристический коэффициент функций Лагерра; Φ_0 — передаточная функция первого звена фильтра; Φ_i — передаточные функции последующих звеньев.

Контуры самонастройки коэффициентов β_i строятся по градиентному методу, где в качестве критерия близости сигналов контрольных точек объекта и диагностических моделей используется квадрат их разности. Расчет коэффициентов в каждом контуре настройки осуществляется согласно следующему выражению:

$$\beta_i(t) = -a \int_0^t e(t) u_i(t) dt,$$

где $u_i(t)$ — функция выхода i -го базисного блока в динамической модели, $e(t)$ — функция критерия близости, a — изменяемый коэффициент.

Поиск параметрического дефекта объекта диагностирования осуществляется при помощи сравнения полученного вектора параметров текущего состояния

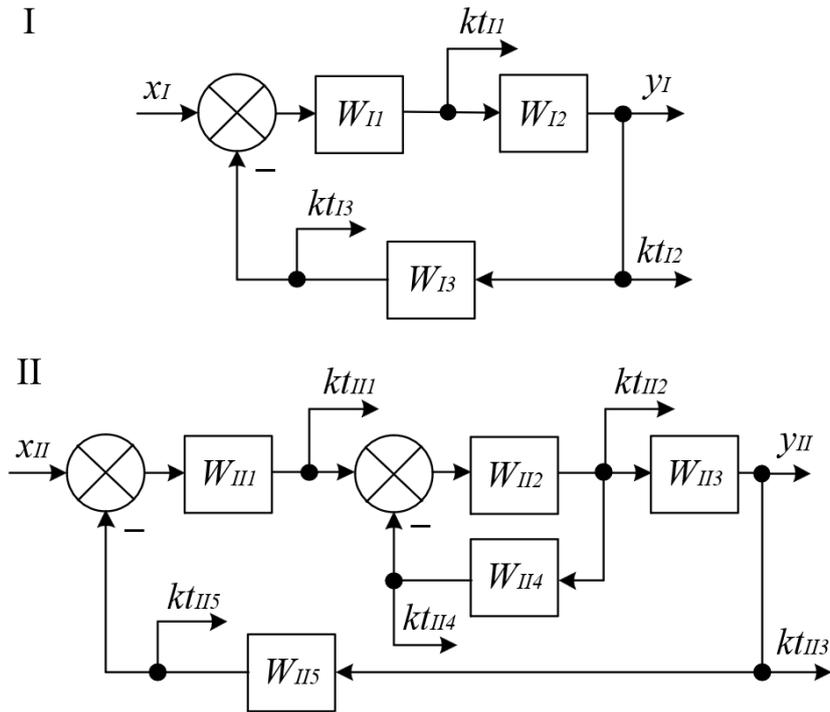


Рис. 2. Структуры рассматриваемых объектов диагностирования

объекта с набором векторов параметров эталонных дефектов, полученных предварительно при настройке диагностической модели. Векторы состоят из значений коэффициентов β_j , которые описывают одно из возможных состояний объекта. В правильно настроенной модели эти коэффициенты, за определенное время настройки, стремятся к константе, что и позволяет использовать их в качестве координат-параметров векторов при описании технического состояния объекта диагностирования. Для сравнения векторов определяется их близость друг к другу с помощью расчета диагностических признаков дефектов, которые определяются согласно выражению [9]:

$$J_j = 1 - \left(\frac{(Y - N) \cdot (Z_j - N)}{\|Y - N\| \cdot \|Z_j - N\|} \right)^2,$$

где Y — вектор параметров текущего технического состояния объекта диагностирования; Z_j — вектор эталонных параметров для j -ого рассматриваемого дефекта; N — вектор параметров исправного состояния объекта диагностирования. Все три вектора составляются из совокупности коэффициентов β_j диагностических моделей для каждой используемой контрольной точки. Значения диагностического признака лежат в пределах от 0 до 1, где 0 означает полное совпадение направлений (или их противоположность) нормированных векторов $(Y-N)$ и (Z_j-N) .

Численные эксперименты

Для проведения экспериментов по настройке, диагностированию и проверке работоспособности рассматриваемого алгоритма в работе используется среда блочного моделирования Scilab/Xcos. Были рассмотрены две структуры САУ, отличающиеся количеством динамических блоков и сложностью построения. Обе структуры (I и II) показаны на рисунке 2, где обозначены следующие виды сигналов объекта: x_I и x_{II} — входные сигналы, y_I и y_{II} — выходные сигналы, $kt_{II1} \dots kt_{II5}$ — сигналы с выбранных контрольных точек.

Контрольные точки в двух рассматриваемых объектах установлены после каждого динамического блока. Для каждой контрольной точки строится изоморфная модель согласно рисунку 1.

Динамические блоки « W_{II1} » ... « W_{II5} » в двух объектах реализуют передаточные функции согласно следующим выражениям:

$$W_{II}(s) = \frac{b_{II0}}{a_{II1}s + 1} = \frac{1}{0.1s + 1},$$

$$W_{III}(s) = \frac{b_{III1}s + b_{III0}}{a_{III1}s} = \frac{200s + 100}{s},$$

$$W_{I2}(s) = \frac{b_{I20}}{a_{I21}s + 1} = \frac{2}{2s + 1},$$

$$W_{II2}(s) = \frac{b_{II20}}{a_{II22}s^2 + a_{II21}s + 1} = \frac{0.2}{2s^2 + 4s + 1},$$

$$W_{I3}(s) = b_{I30} = 1,$$

$$W_{II3}(s) = \frac{b_{II30}}{a_{II31}s + 1} = \frac{1}{0.2s + 1},$$

$$W_{II4}(s) = \frac{b_{II40}}{a_{II41}s} = \frac{0.2}{s},$$

$$W_{II5}(s) = \frac{b_{II50}}{a_{II52}s^2 + a_{II51}s + 1} = \frac{0.02}{0.1s^2 + 0.1s + 1}.$$

При настройке диагностических моделей и проведении диагностирования коэффициенты β_i не всегда стремятся к определенным установившимся значениям, а могут совершать небольшие колебания вокруг некоторого постоянного значения. Поэтому конечные значения коэффициентов, которые далее будут использоваться в векторах состояния объекта, рассчитываются по среднему значению последних 10% отсчетов.

В предыдущих работах [8, 9] настройка изоморфных моделей проводилась совместно для всех моделей, подсоединенных к контрольным точкам. В данной работе рассматривается два подхода к настройке: совместный и индивидуальный, в котором параметры изоморфных моделей выбираются отдельно для каждой модели. Индивидуальный подход заключается в том, что настройка происходит относительно переходных характеристик объекта, получаемых для различных контрольных точек. Общий подход к выбору параметров диагностической модели базируется на следующих принципах. Параметр N — количество используемых базисных функций в фильтрах, определяется относительно порядка передаточной функции объекта и выбирается равным ему или большим. Параметр b — характеристический коэффициент функций Лагерра, определяющий быстродействие фильтров, выбирается так, чтобы переходные характеристики звеньев фильтра примерно соответствовали переходной характеристике объекта. Параметр a — изменяемый коэффициент в контурах самонастройки, влияющий на общую скорость работы и реакцию модели, определяется экспериментально. При настройке важно обращать внимание на время, за которое проходит настройка, и поведение функций $\beta_i(t)$, так как необходимо, чтобы к концу времени настройки значение функций стремилось к константе. Таким образом, для условий совместной настройки изоморфных моделей для объектов I и II, были выбраны следующие параметры:

$$kt_{I1}, kt_{I2}, kt_{I3}: \quad N_I = 3, \quad b_I = 2.1, \quad a_I = 30.$$

$$kt_{II1}, kt_{II2}, kt_{II3}, kt_{II4}, kt_{II5}: \quad N_{II} = 5, \quad b_{II} = 0.7, \quad a_{II} = 6.$$

Для условий индивидуальной настройки были выбраны следующие параметры:

$$kt_{I1}: \quad N_{I1} = 3, \quad b_{I1} = 2.1, \quad a_{I1} = 15.$$

$$kt_{I2}: \quad N_{I2} = 3, \quad b_{I2} = 2.3, \quad a_{I2} = 3.$$

$$kt_{I3}: \quad N_{I3} = 3, \quad b_{I3} = 2.3, \quad a_{I3} = 3.$$

$$kt_{II1}: \quad N_{II1} = 5, \quad b_{II1} = 1, \quad a_{II1} = 0.005.$$

$$kt_{II2}: \quad N_{II2} = 5, \quad b_{II2} = 0.7, \quad a_{II2} = 0.09.$$

$$kt_{II3}: \quad N_{II3} = 5, \quad b_{II3} = 0.7, \quad a_{II3} = 0.1.$$

$$kt_{II4}: \quad N_{II4} = 5, \quad b_{II4} = 2.1, \quad a_{II4} = 1.$$

$$kt_{II5}: \quad N_{II5} = 5, \quad b_{II5} = 0.7, \quad a_{II5} = 12.$$

Время настройки диагностических моделей, определяющееся по времени, которое требуется функциям коэффициентов $\beta_i(t)$ для достижения установившихся значений, получилось следующим: для модели I при совместной настройке — 40, при индивидуальной настройке — 25, а для модели II — 45 и 35, соответственно. Таким образом, настраивая модели отдельно друг от друга для каждой контрольной точки, мы можем получить выигрыш во времени, которое потребуется для диагностирования дефектов, по сравнению с совместной настройкой. Но при этом незначительно увеличивается сложность первоначального определения параметров моделей, за счет увеличения их количества.

Для исследования возможностей определения параметрических дефектов были определены наборы векторов эталонных дефектных технических состояний рассматриваемых объектов. Было составлено четыре набора, то есть по два набора для каждого объекта диагностирования, в которых один набор составлен для моделей, настраиваемых совместно, второй — для индивидуальной настройки. Наборы для объекта I состоят из 20 векторов для отклонения значений каждого из параметров на $\pm 10\%$ и $\pm 25\%$, а для объекта II — аналогично для 52 векторов. Для последующего сравнительного анализа алгоритмов для двух видов настройки моделей рассматривались отклонения параметров на $\pm 7\%$, $\pm 14\%$ и $\pm 20\%$. Результаты проведенного диагностирования представлены в таблице 1. Для сокращения представляемых результатов в таблице приведена только часть рассмотренных дефектов и сокращен список значений диагностических признаков.

Проведенные численные эксперименты показали, что предлагаемый алгоритм, использующий изоморфные диагностические модели, может с достаточной точностью диагностировать параметрические дефекты в САУ. Малые значения диагностических признаков, по-

Таблица 1. Результаты диагностирования

Объект диагностирования I			Объект диагностирования II		
Введенный дефект	Эталонный дефект	Диагностический признак	Введенный дефект	Эталонный дефект	Диагностический признак
Совместная настройка					
$b_{II0}-7\%$	$b_{II0}-10\%$	0.0000365	$a_{II22}-7\%$	$a_{II22}-10\%$	0.0000577
	$b_{II0}+10\%$	0.0010193		$a_{II22}+10\%$	0.0014175
	$b_{II0}-25\%$	0.0014191		$a_{II22}-25\%$	0.0019357
	$b_{II0}+25\%$	0.0032697		$a_{II22}+25\%$	0.0046441
	$b_{I20}-25\%$	0.623129		$b_{III}-25\%$	0.1535641
$a_{I21}-20\%$	$a_{I21}-25\%$	0.0011537	$b_{II40}-20\%$	$a_{II41}+25\%$	0.0000001
	$a_{I21}-10\%$	0.004248		$b_{II40}-25\%$	0.0003316
	$a_{I21}+10\%$	0.033318		$b_{II40}-10\%$	0.0010808
	$a_{I21}+25\%$	0.0669323		$a_{II41}+10\%$	0.0012734
	$b_{I20}+25\%$	0.5169377		$b_{II40}+10\%$	0.0076576
Индивидуальная настройка					
$a_{III}+20\%$	$a_{III}-25\%$	0.0000052	$a_{III1}+14\%$	$a_{III1}+10\%$	0.0000441
	$a_{III}-10\%$	0.0000189		$a_{III1}+25\%$	0.0003274
	$a_{III}+10\%$	0.0001533		$a_{III1}-10\%$	0.001617
	$a_{III}+25\%$	0.0003162		$a_{III1}-25\%$	0.0043227
	$b_{I30}+25\%$	0.8608269		$a_{II51}+25\%$	0.294881
$b_{I30}+14\%$	$b_{I30}+10\%$	0.0002551	$a_{II52}+20\%$	$a_{II52}+25\%$	0.0022166
	$b_{I30}+25\%$	0.001576		$a_{II52}+10\%$	0.0089731
	$b_{I30}-10\%$	0.0119863		$a_{II52}-10\%$	0.0697572
	$b_{I30}-25\%$	0.0378941		$a_{II52}-25\%$	0.1193561
	$a_{III}-25\%$	0.87464		$a_{III}+25\%$	0.8833308

лученные для различных величин отклонения одного и того же параметра, позволяют уменьшить количество используемых эталонов без потери достоверности диагностирования. Вероятность определения введенных параметрических дефектов для модели I составила 100%, а для модели II — 90% как для случая совместной настройки моделей, так и для индивидуальной. Все ошибки определения в модели II относились к блоку « W_{II4} », то есть ошибка не выходила за пределы блочного дефекта. Данный блок можно считать сложно диагностируемым, так как находится в обратной связи цепи, которая также охвачена обратной связью.

Дополнительно для оценки эффективности диагностирования вычислялась различимость дефектов, за которую была принята разница между минимальным значением диагностического признака для вектора эталонного дефекта объекта не являющимся искомым и искомым. Средняя различимость для объекта I для случая совместной настройки составила 0.0023978, а для случая индивидуальной настройки — 0.0021228, для объекта II — 0.001607 и 0.0032948 соответственно. Для объекта II также была отдельно рассчитана различимость только для ошибочных случаев, которая составила -0.0001351 и -0.0004591, соответственно для совместной и индивидуальной настройки. Различимость

для ошибочных случаев на порядок меньше средней общей различимости. Это говорит о том, что эталонные векторы дефектов очень схожи. Для нивелирования данной ошибки можно увеличить количество используемых базисных блоков в фильтрах (N), что увеличит размерность получаемых векторов и пространства рассматриваемых параметров-координат, что позволит точнее задавать эталоны. Из рассчитанных значений общей различимости можно сделать вывод, что для объекта I использование индивидуальной настройки практически не будет иметь значения для точности диагностирования, когда для объекта II различимость дефектов заметно улучшилась. При этом, для двух объектов использование индивидуальной настройки уменьшает время, необходимое для диагностирования.

Для дополнительной оценки эффективности алгоритма была рассчитана различимость для параметров, то есть разница между минимальным значением признака для вектора эталонного дефекта параметра не являющимся искомым и искомым. Средняя различимость параметра для объекта I для случая совместной настройки составила 0.6300558, а для случая индивидуальной настройки — 0.5957109, для объекта II — 0.256353 и 0.2589577 соответственно. Это говорит о гораздо лучших показателях эффективности алгоритма

ма, если исключить определение направления и степени изменения параметра, а диагностировать только наличие дефекта в параметре.

Выводы

В данной работе был рассмотрен алгоритм для диагностирования одиночных параметрических дефектов непрерывных САУ с помощью динамических изоморфных моделей, построенных на фильтрах Лагерра только с рекурсивной частью. Были рассмотрены два подхода к настройке диагностических моделей: совместный, когда соответствующие параметры диагностических моделей для каждой контрольной точки объекта диагностирования выбираются равными друг другу, и индивидуальный, в котором параметры изоморфных моделей выбираются отдельно для каждой модели. По результатам анализа проведенных численных экспериментов был сделан вывод о том, что предложенный в данной работе алгоритм в целом обеспечивает хорошую различимость параметрических дефектов и с малыми значениями различимости позволяет определять направление и степень изменения параметра объекта диагностирования. Это является положительной отличительной чертой, так как не все существующие методы диагностирования дефектов САУ позволяют выявить направление изменения конкретного параметра в объекте. Также было установлено, что использование индивидуальной настройки изоморфных моделей оправдывают себя для структурно сложных объектов с различной динамикой блоков, из которых он состоит.

Это объясняется тем, что при совместной настройке получаются одинаковые фильтры с переходными характеристиками, которые в среднем соответствуют сразу всем контрольным точкам объекта, когда при индивидуальной настройке получаются фильтры, обеспечивающие соответствующую реакцию моделей для конкретной переходной характеристики контрольной точки. При этом увеличивается сложность первоначальной настройки моделей за счет увеличения количества настраиваемых параметров, но достигается меньшее время, необходимое для работы моделей и последующего диагностирования, по сравнению с совместной настройкой. Стоит отметить, что, как и в работах [8, 9], также существует возможность уменьшения количества эталонных векторов дефектов в наборах, за счет схожести некоторых признаков дефектов для одного параметра.

Общим преимуществом предлагаемого алгоритма является то, что для проведения процедуры настройки изоморфной модели нет необходимости в точных знаниях о строении объекта диагностирования. Таким образом отсутствует зависимость от большой априорно известной информации об объекте. Также к положительным сторонам рассматриваемой методики можно отнести отсутствие необходимости сложных расчетов для построения изоморфной динамической модели, за счет того, что все процедуры настройки проводятся экспериментальными методами для заведомо исправного объекта диагностирования. Этот факт позволяет исключить ошибки, связанные с неадекватностью используемой диагностической модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Iserman R. Fault-Diagnosis Application. Springer, 2011.
2. Шумский А.Е., Жирабок А.Н. Принятие решений при диагностировании нелинейных динамических систем непараметрическим методом. Автоматика и телемеханика. 2021. № 2. С. 111–131.
3. Cheng C., Chen T. Robust adaptive diagnostic observers design for actuator fault dynamic systems. 11th IEEE International Conference on Control & Automation (ICCA), Taichung, 2014. P. 360–364.
4. Voronin V.V., Davydov O.A. Local Area Network Failures Types, Consequences and Criticality Analysis. Second Russia and Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC), 2017. P. 184–187.
5. Sayed-Mouchaweh M. Fault Diagnosis of Hybrid Dynamic and Complex Systems. Springer, 2018.
6. Patton R.J., Frank P.M., Clark R.N. Issues of Fault Diagnosis for Dynamic Systems. Springer, 2000.
7. Rosenwasser E.N., Yusupov R.M. Sensitivity of Automatic Control Systems. CRS Press, Boca Raton, 2019.
8. Bloshchinskiy V.D., Shalobanov S.V. Finding Parametric Defects in Continuous Dynamic Objects Using Isomorphic Models on IIR Filters and Laguerre Filters. 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). Publisher: IEEE, 2020, P. 1–5.
9. Блощинский В.Д., Шалобанов С.В., Шалобанов С.С. Алгоритм поиска параметрических дефектов в непрерывных САУ с помощью настраиваемых моделей на фильтрах Лагерра. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. — 2021. -№ 7. -С. 50–54.

© Блощинский Владислав Дмитриевич (vladkms94@mail.ru),

Шалобанов Сергей Викторович (shalobanov@mail.ru), Шалобанов Сергей Сергеевич (shalobanov_ne@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОГО КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ДИНАМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

DESIGN OF NEURAL NETWORK CONTROLLER FOR DYNAMIC VOLTAGE RESTORER

A. Vasilev
G. Vasilev

Summary. Power quality is one of the biggest challenges in this era. This has become important, especially with the advent of complex devices, the performance of which is very sensitive to the quality of the power supply. To solve this problem, non-standard power devices are used. One such device is the dynamic voltage recovery device, which is the most efficient and effective modern dedicated power supply device used in power distribution networks. Its appeal lies in its lower cost, smaller size and fast dynamic response to interference. This article presents the analysis and modeling of dynamic stress recovery (DVR) using neural network control in the MATLAB environment.

Keywords: neural network, neurons, perceptrons, algorithm, model, electricity, voltage drop, dynamic voltage restorer.

Васильев Александр Владимирович
Аспирант, Комсомольский-на-Амуре
государственный университет
astrgan@gmail.com

Васильев Гордей Владимирович
Аспирант, Комсомольский-на-Амуре
государственный университет

Аннотация. Качество электроэнергии — одна из главных проблем в нынешнюю эпоху. Это стало важным, особенно с появлением сложных устройств, производительность которых очень чувствительна к качеству электропитания. Для решения этой проблемы используются нестандартные силовые устройства. Одним из таких устройств является устройство динамического восстановления напряжения, которое является наиболее эффективным и действенным современным специализированным устройством питания, используемым в сетях распределения электроэнергии. Его привлекательность заключается в более низкой стоимости, меньшем размере и быстром динамическом реагировании на помехи. В этой статье представлено анализ и моделирование устройства динамического восстановления напряжения (ДВН) с использованием нейросетевого управления в среде MATLAB.

Ключевые слова: нейросеть, нейроны, перцептроны, алгоритм, модель, электроэнергия, падение напряжения, динамический восстановитель напряжения (ДВН).

Есть два подхода к решению проблем с качеством электроэнергии. Решение по качеству электроэнергии может быть принято со стороны потребителя или со стороны генерирующего предприятия. Первый подход — это регулирование нагрузки, он обеспечивает меньшую чувствительность оборудования к сбоям питания и позволяет работать даже при значительных искажениях напряжения. Другое решение — установка системы контроля линии, которые подавляют или противодействуют сбоям в энергосистеме. В настоящее время они основаны на преобразо-

вателях широтно-импульсной модуляции и подключаются к распределительной системе низкого и среднего напряжения шунтом или последовательно. Некоторые из выявленных эффективных и экономичных мер включают молниезащиты и разрядники для защиты от перенапряжения, тиристорные статические переключатели, системы хранения энергии. Есть много типов устройств модификации электроэнергии. Некоторые из этих устройств включают в себя: активные фильтры питания, аккумуляторные системы хранения энергии, статические синхронные компенсаторы распределе-

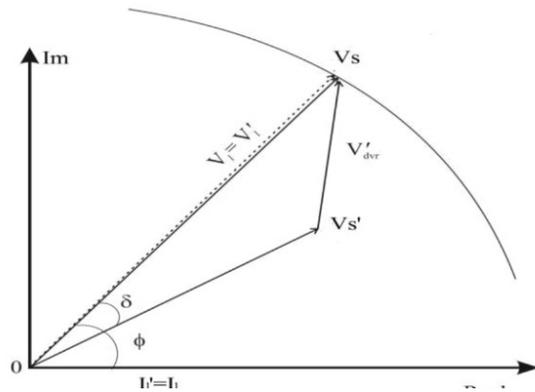


Рис. 1. Векторная диаграмма компенсации провала напряжения

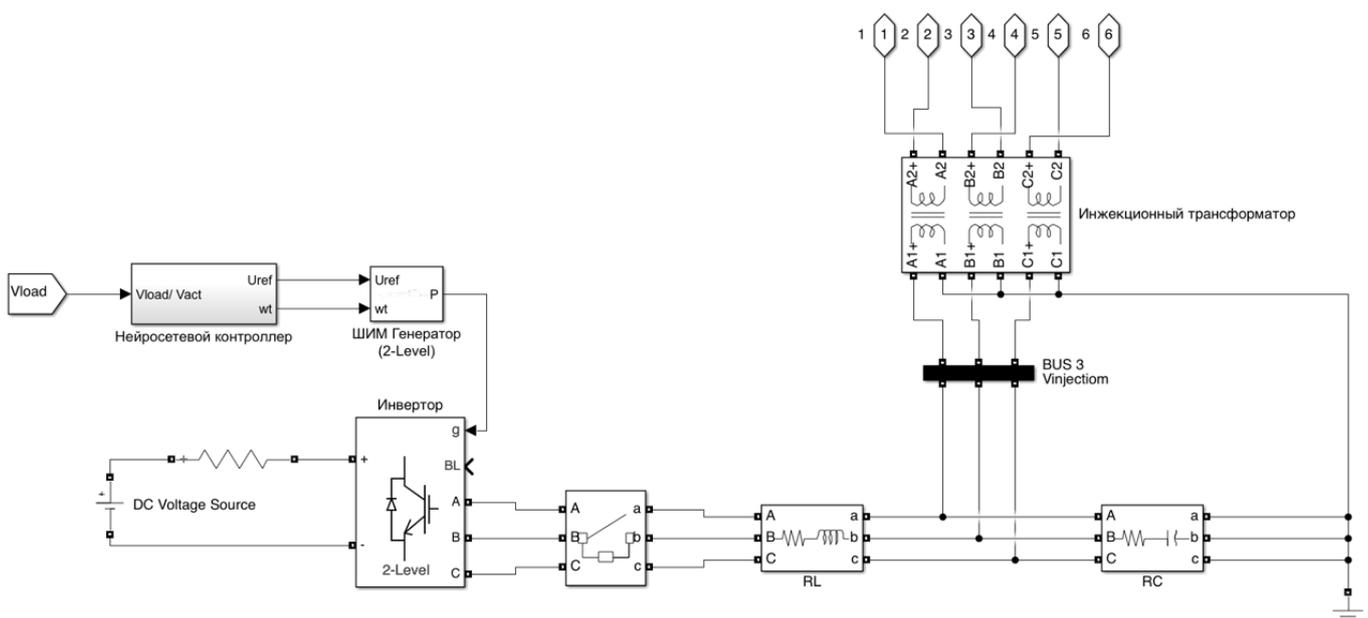


Рис. 2. Устройство динамического восстановления напряжения

ния, динамическое восстановление напряжения (ДВН), ограничители перенапряжения, сверхпроводящие устройства. Среди них ДВН — это эффективно настраиваемое устройство способное справляться с провалами и выбросами напряжения [5].

Устройство динамического восстановления напряжения

Устройство динамического восстановления напряжения — это современное, специализированное устройство питания, используемое в сетях распределения электроэнергии. Оно представляет собой последовательно подключенное твердотельное устройство, которое подает напряжение в систему для регулирования напряжения на стороне нагрузки. Обычно он устанавливается в распределительной системе между

источником питания и фидером критической нагрузки в точке общего соединения (ТОП). Помимо компенсации провалов и выбросов напряжения, ДВН имеет другие функции, такие как: компенсация гармоник сетевого напряжения и ограничение переходных процессов напряжения и тока короткого замыкания.

ДВН обычно состоит из инвертора, блока накопления энергии, пассивных фильтров гармоник, инжекционного трансформатора и схемы управления, которая сама по себе состоит из трех частей: блока оценки, стратегии компенсации и схемы переключения, позволяющей ДВН подавать трехфазные регулируемые напряжения с необходимыми амплитудами и фазовыми углами для поддержания напряжения шины нагрузки в желаемой форме волны во время провалов напряжения [3] [4].

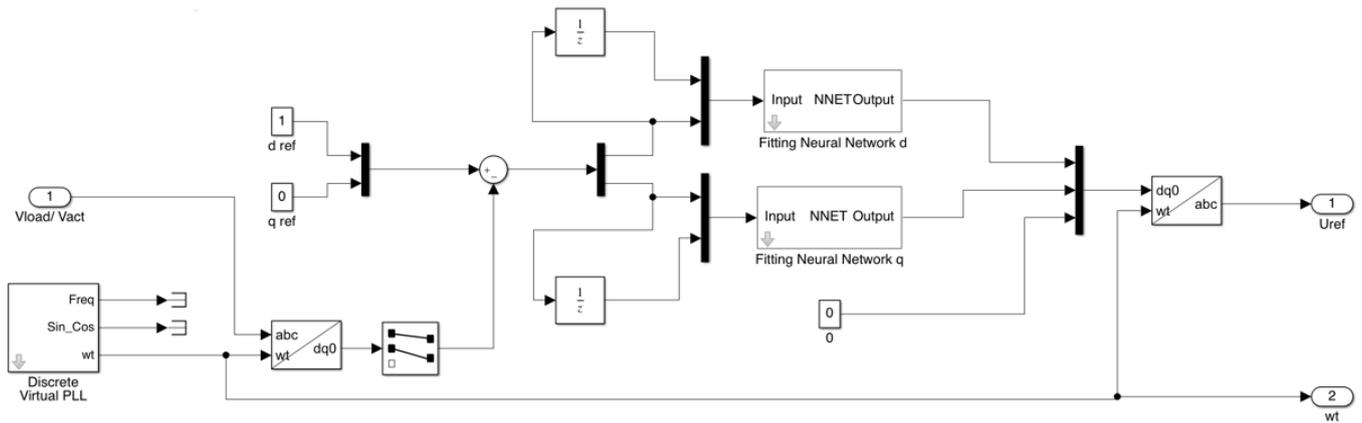


Рис. 3. Система управления для устройства динамического восстановления напряжения

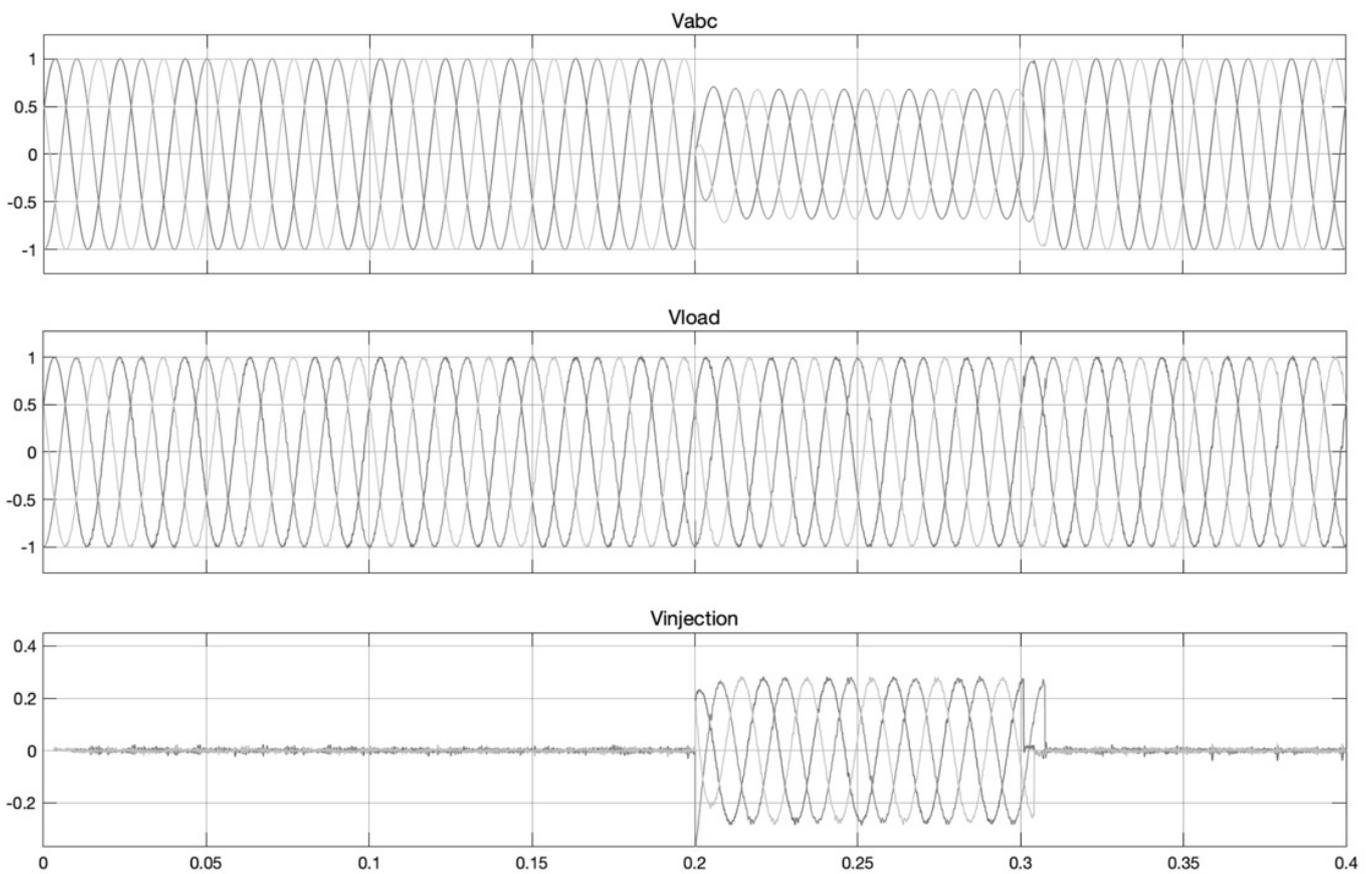


Рис. 4. Результаты моделирование

Векторная диаграмма стратегии компенсации показана на рисунке 1. Переменные после провала напряжения обозначены величинами со штрихом. Величины до провала представлены без штриха [9].

Мощность и напряжение ДВН определяется как:

$$P_{DVR} = V_l I_l \cos \phi - V_s' I_l' \cos(\phi - \delta), \quad (1)$$

$$V_{DVR} = \sqrt{V_L^2 + V_S'^2 - 2V_l V_s' \cos \delta}, \quad (2)$$

Где δ — скачок фазы при провисании, а ϕ — фазовый угол нагрузки.

Система ДВН, показана на рисунке 2, она была смоделирована в MATLAB / SIMULINK для изучения произ-

водительности ДВН в повышении качества электроэнергии.

Нейросетевой алгоритм

Искусственные нейронные сети (ИНС) были вдохновлены человеческим мозгом, имитируя способ передачи сигналов друг другу. ИНС состоят из слоев узлов, содержащих входной слой, один или несколько скрытых слоев и выходной слой. Каждый узел или искусственный нейрон соединяется с другим и имеет связанный вес и порог. Если выходной сигнал любого отдельного узла превышает заданное пороговое значение, этот узел активируется, отправляя данные на следующий уровень сети. В противном случае никакие данные не передаются на следующий уровень сети.

Каждый отдельный узел представляет собой собственную модель линейной регрессии, состоящей из входных данных, весов, смещения (или порога) и выходных данных.

После определения входного слоя назначаются веса. Эти веса помогают определить важность переменной, причем более крупные из них вносят более значительный вклад в результат по сравнению с другими входными данными. Затем все входные данные умножаются на их соответствующие веса и затем суммируются. После этого вывод проходит через функцию активации, которая определяет вывод. Если этот выходной сигнал превышает заданный порог, он «запускает» (или активирует) узел, передавая данные на следующий уровень в сети. Это приводит к тому, что выход одного узла становится входом следующего узла. Этот процесс передачи данных от одного уровня к следующему определяет эту нейронную сеть как сеть прямого распространения [2].

Использование ИНС позволяет решать задачу управления нелинейным объектом путем создания адаптивной системы управления (СУ) с обучаемым регулятором. Здесь под обучением подразумевается процесс выработки в СУ желаемой реакции на внешние сигналы путем многократных воздействий на систему и внешней корректировки. Внешняя корректировка осуществляется «учителем», которому известна желаемая реакция СУ на определенные воздействия. Таким

образом, при обучении «учитель» сообщает системе дополнительную информацию о том, верна или неверна ее реакция.

В этой статье для контроля напряжения используется архитектура ИНС с одним скрытым слоем и 10 нейронами в нем. Алгоритм градиентного спуска используется в качестве обучающей функции для обучения данной архитектуры ИНС. Тренировочная функция Левенберга Марквардта используется для оптимизации значений весов и смещения. Кроме того, при обучении архитектуры ИНС используется функция активации — сигмоида. СУ для ДВН представлена на рисунке 3, как видно она использует одновременно две ИНС, каждая для своего канала. Данные для них предварительно обрабатываются прямым преобразованием квадратур-ноль ($dq0$ или $dq0$).

В электротехнике $dq0$ является методом математического преобразования, используемым для упрощения анализа трехфазных цепей. В случае трехфазных цепей применение преобразования $dq0$ уменьшает три величины переменного тока до двух величин постоянного тока. Затем можно выполнить упрощенные вычисления для этих мнимых величин постоянного тока перед выполнением обратного преобразования для восстановления фактических результатов трехфазного переменного тока. Его часто используют для упрощения анализа трехфазных синхронных машин или для упрощения расчетов при управлении трехфазными инверторами [10].

Результаты моделирования показаны на рисунке 4, где можно четко оценить эффективность регулирования напряжения, обеспечиваемое цифровым видеорегистратором.

По результатам, полученными при применении предложенного алгоритма к тестовой сети, можно сказать, что он является хорошим подходом для улучшения качества электроэнергии для потребителей. Из-за динамического поведения энергосистемы в нормальных и аварийных условиях получить хорошую модель сложно. Чтобы добиться быстрой и точной работы компенсаторов, следует использовать алгоритмы адаптивного управления. Предлагаемый контроллер показал очень хорошую производительность в тестовых случаях. Также ИНС легко обучается для таких задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тархов Д.А. Нейросетевые модели и алгоритмы. Справочник / Д.А. Тархов. — М.: Радиотехника, 2014. — 643 с.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с.
3. Jurado F. Neural network control for dynamic voltage restorer // IEEE Trans Ind Electron 2004 51(3), 727–729 p.

4. Nielsen J.G., Blaabjerg F. A Detailed comparison of system topologies for dynamic voltage restorers // IEEE Trans Ind Appl 41(5), 2005, 1272–1280 p.
5. Tarkhov D.A., Vasilyev A.N. Design of PI and Fuzzy Controllers for Dynamic Voltage Restorer (DVR) // AASRI Conference On Power And Energy Systems, 2012, 149–155 p.
6. Кулик В.Д. Силовая электроника. Автономные инверторы, активные преобразователи. Учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУРП 2010. — 90 с.
7. Лошманов А.Ю., Васильев Г.В., Кожин И.А., Куликов А.А., Белоусов С.А. Обеспечение безопасности систем «умного дома» на основе искусственного интеллекта // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы Международной научнопрактической конференции. — 2019. — С. 198–202.
8. Белоусов С.А, Куликов А.А., Васильев Г.В., Кожин И.А. Обнаружение dos-атак с применением нейронных сетей // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов. — 2018. — С. 132–135.
9. Torres A.P., Roncero-Sanchez P., Garcia X.D., Feliu V Design and comparison of two control strategies for voltage-sag compensation using dynamic voltage restorers // Elektronika Ir Elektrotechnika, 2013, 7–12 p.
10. Moheb A.A., Mahmoud A.A Modeling and simulation of dynamic voltage restorer in power system// Azhar University, 2012, 114 p.

© Васильев Александр Владимирович (astrgan@gmail.com), Васильев Гордей Владимирович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Комсомольский-на-Амуре

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ЭРОЗИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В РУСЛОВОЙ ПОДСИСТЕМЕ ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Георгиева Марьяна Альбековна

Аспирант, Южный федеральный университет

(г. Таганрог)

maryana.g@list.ru

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR CONTROL OF EROSION PROCESSES IN THE ROOM SUBSYSTEM OF MOUNTAIN AND FOOTHILL LANDSCAPES

M. Georgieva

Summary. Considerable attention was paid to the issues of surface runoff retention, since solving these important issues, it is possible to actively manage the processes of runoff formation and soil erosion in the channel system when introducing anti-erosion technologies on slopes, as well as mountain and foothill landscapes. When considering the movement of a water flow on a slope, it is possible to identify the main regularities connecting the parameters of the flow and the underlying surface, due to the impact on it of driving forces and forces of resistance to movement.

Keywords: erosion processes, river beds, soil erosion, mountain landscapes, mathematical modeling.

Аннотация. Вопросам поверхностного задержания стока уделялось значительное внимание, так как решая эти важные вопросы, возможно, активно управлять процессами стокообразования и эрозии почв в русловой системе при внедрении противоэрозионных технологий на склоновых, а также горных и предгорных ландшафтах. При рассмотрении движения водного потока на склоне, можно выявить основные закономерности, связывающие параметры потока и подстилающей поверхности, обусловленные воздействием на него движущих сил и сил сопротивления движению.

Ключевые слова: эрозионные процессы, русла рек, эрозия почвы, горные ландшафты, математическое моделирование.

Эрозионные процессы в русловой подсистеме это одна из актуальных экологических проблем, которая является наиболее распространенной причиной ведущие к разрушению горных пород и почв Кабардино-Балкарской республики и всего Северо-Кавказского федерального округа. Эрозионные процессы, хоть и не представляет угрозы для жизни людей, но наносит огромный экономический ущерб: выходят из строя гидротехнические объекты, разрушаются прибрежные строения, затапливаются хозяйственные территории и т.д. Результат ущерба, наносимого экологии русловыми эрозионными процессами, на сегодняшний день оценить просто невозможно. Эрозия почвы вызывает разрушение почвы и утрату их плодородия, способствует развитию оврагов на пахотных землях. Продукты эрозии повреждают ирригационные сети, заливают водоемы, погребают русла малых рек, снижают качество воды.

Гидрографическая сеть республики представляет собой 140 рек и ручьев бассейнов рек Терека и Кумы, с площадью водозабора 11,9 тыс. км² и 0,6 тыс. км² со-

ответственно и общей протяженностью 2620 км. Реки протекают в узких каньонах, и эрозия русел практически незаметна. Их течения характеризуются большими скоростями, влекущими значительные количества наносов, попадающих в них от схода ледников, снежных лавин и селевых потоков. Более крупные наносы откладываются в предгорной части, а более мелкие в равнинной части русел [6].

Эрозия дна и берегов рек более интенсивно происходит в предгорной и равнинной частях, где русла сложены аллювиальными отложениями. В основном наблюдается береговая эрозия, которая зависит от количества, крупности влекомых наносов и геологического строения берегов [5].

Среди методов исследования русловой эрозии почв можно выделить математическое моделирование сложных систем. Отличительной особенностью математических моделей, создаваемых в настоящее время, является их комплексность, связанная со сложностью

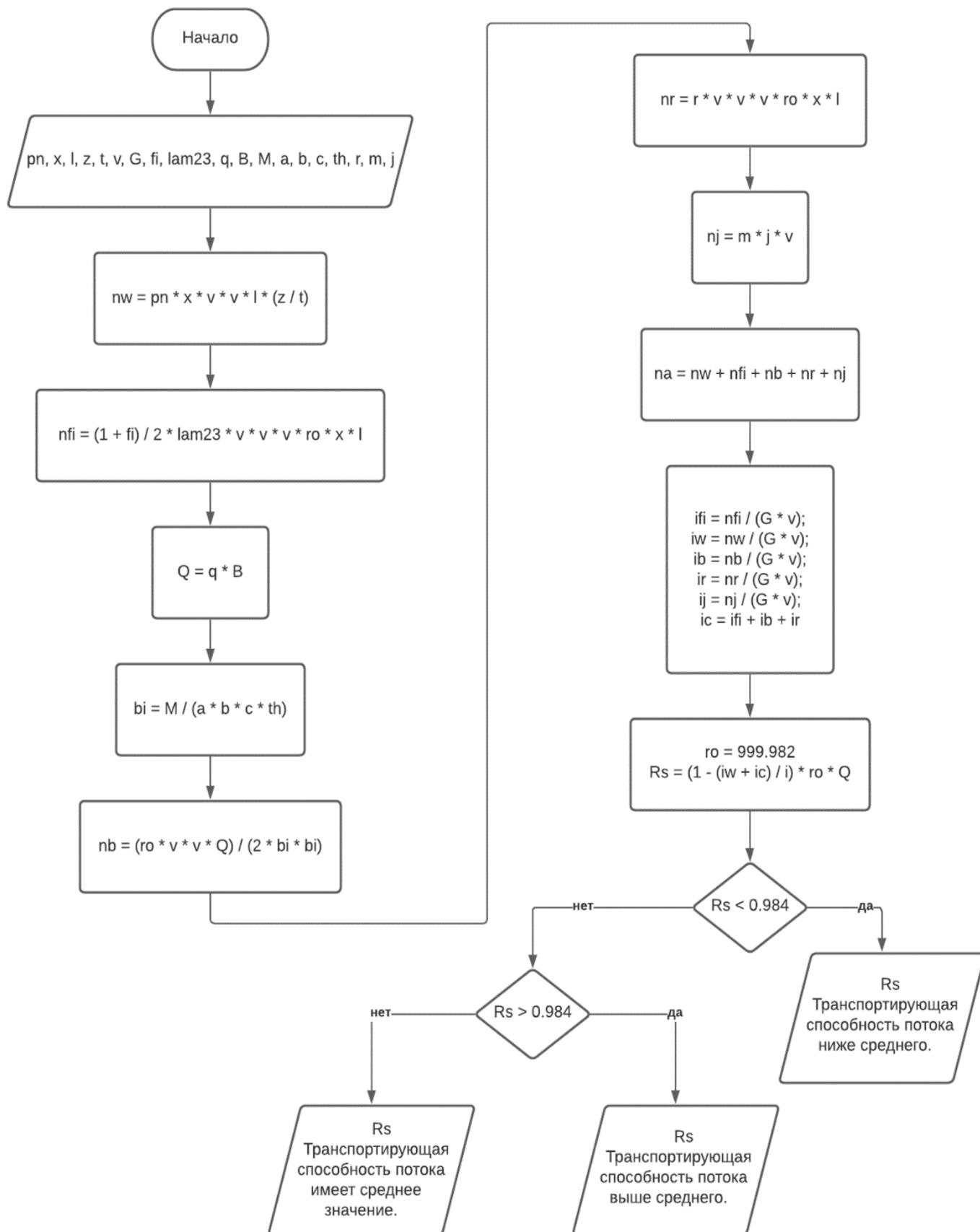


Рис. 1. Алгоритм, реализующий автоматизацию математических вычислений

моделируемых объектов. Это приводит к усложнению модели и необходимости совместного использования нескольких теорий из разных областей знания, применения современных вычислительных методов и вычислительной техники для получения и анализа результатов моделирования. В случае сложных объектов удовлетворить всем предъявляемым требованиям в одной модели обычно невозможно. [1]

После определения основных факторов, влияющих на эрозионный процесс русловой подсистемы горного и предгорного ландшафта, мы переходим к этапу проведения вычислительных экспериментов, используя различные математические методики.

Потери мощности водного потока на размыв или на разрушение и вынос частиц почвы подстилающей поверхности склона определяются по выражению Максимова И.И. [3]:

$$N_{\psi} = \rho_n \chi v^2 l \frac{z}{t},$$

Потери мощности водного потока на преодоление силы сопротивления шероховатости подстилающей поверхности склона определяются по выражению, полученному Васильевым С.А. [4]:

$$N_{\varphi} = \frac{(1 + \varphi)}{2} \lambda_{ст} v^3 \rho \chi l,$$

Потери мощности водного потока на преодоление силы сопротивления растительных элементов на поверхности склона определяется по выражению, предложенному В.С. Боровковым [7]:

$$N_{\delta} = \frac{\rho v^2 Q}{2 \delta^2},$$

$$\delta = \frac{M}{\sqrt{авсз}},$$

Потери мощности водного потока, обусловленные влиянием волнистости подстилающей поверхности склона нами, предлагается определять по выражению:

$$N_{\gamma} = \gamma v^3 \rho \chi l,$$

Потери мощности водного потока, обусловленные влиянием инерции потока, определяют по выражению:

$$N_j = m j v = m v \frac{dv}{dt},$$

Мощность водного потока (Дж/с) определяется по формуле:

$$N_{\alpha} = N_{\psi} + N_{\varphi} + N_{\delta} + N_{\gamma} + N_j,$$

Для сравнения потоков, движущихся по разным подстилающим поверхностям склона, и выявления резервов энергии водного потока, которые могут, например, ускорить поток или размывать микрорусло, уравнение мощностного баланса водного потока приведем к безразмерной форме, разделив все его составляющие на произведение веса и скорости потока [2]:

$$\frac{N_{\alpha}}{Gv} = \frac{N_{\psi}}{Gv} + \frac{N_{\varphi}}{Gv} + \frac{N_{\delta}}{Gv} + \frac{N_{\gamma}}{Gv} + \frac{N_j}{Gv}$$

Соотношение мощности потока и произведения веса на скорость потока можно представить в виде:

$$\frac{N_{\alpha}}{Gv} = i$$

где i — уклон подстилающей поверхности.

Расход водного потока определяется по формуле:

$$Q = q \cdot B$$

Выражение транспортирующей способности потока или секундной массы почвы переносимой потоком:

$$R_S = \left(1 - \frac{i_{\psi} + i_c}{i}\right) \rho_e Q$$

где ρ_e — плотность воды, кг/м³.

Взяв за основу приведённую выше математическую модель, был разработан алгоритм, приведённый на рисунке 1. С помощью данного алгоритма реализуется автоматизация математических вычислений

С помощью разработанного алгоритма, в дальнейшем будет разработан консольный прототип на одном из языков программирования высокого уровня.

Выводы

На сегодняшний день проводятся дальнейшие исследования в области почвенной эрозии русловых систем, из разных источников осуществляется сбор точных данных. Исследования в области эрозионных процессов в городах и поселках даёт основу для разработки рекомендаций по предотвращению эрозии русел рек с учётом географического положения и геолого-геоморфологических особенностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зербалиев А.М., Георгиева М.А. Оползневые и эрозионные процессы на склонах горных и предгорных ландшафтов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. URL: www.science-education.ru/129-22979
2. Васильев С.А., Максимов И.И., Васильев А.А., Мишин П.В. К вопросу управления движением временного водного потока на агроландшафте склоновых земель // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 1 (48). С. 113–116.
3. Максимов И.И., Максимов В.И., Васильев С.А., Алексеев В.В. Моделирование развития русла в подстилающей поверхности склоновых агроландшафтов // Почвоведение. 2016. № 4. С. 514–519.
4. Васильев С.А. Математическая модель для прогноза эрозионных процессов на склоновых агроландшафтах // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 9 (184). С. 96–100.
5. Георгиева М.А., Арванова М.М. Использование компьютерного моделирования в вопросах выявления оползневой опасности долины горной реки Баксан // В сборнике: Цифровая трансформация науки и образования. Сборник трудов международной научно-практической конференции. 2020. С. 24–28.
6. Витиска Н.И., Георгиева М.А. Применение компьютерного моделирования в вопросах изучения эрозии почв и русел рек // В сборнике: Информационные технологии в экологии, образовании и бизнесе. Материалы конференции. 2021. С. 192–197.
7. Боровков В.С., Брянская Ю.В., Остякова А.В. Экспериментальные исследования динамического взаимодействия модельных русловых форм с потоком // Водные ресурсы. 2018. т. 45. № 2. с. 133–137

© Георгиева Марьяна Альбековна (maryana.g@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Южный федеральный университет

ВОПРОСЫ КОНФЛИКТОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ISSUES OF CONFLICTOLOGY IN MILITARY SYSTEMS

A. Koscheev
Yu. Lashin
A. Sagdeev
S. Halepa

Summary. In order to increase the efficiency of the functioning of military systems in the planning and conduct of hostilities in the conditions of uncertainty formed during the armed conflict, the article proposes to consider three types of conflict. Namely, the antagonistic conflict, the coalition conflict and the conflict of interaction. For each of the conflicts, a model is presented and the objective function of achieving victory is described.

Keywords: command and control, organization of communications, communication system, control system, armed conflict.

Кощеев Андрей Владимирович

Преподаватель, Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
koscheev06@mail.ru

Лашин Юрий Федорович

Преподаватель, Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
ylashin@yandex.ru

Сагдеев Александр Константинович

К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
brother-aks@yandex.ru

Халепа Сергей Леонидович

Доцент, Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-
Бруевича
s.halepa@mail.ru

Аннотация. С целью повышения эффективности функционирования систем военного назначения при планировании и ведении боевых действий в условиях неопределенности, сформированной в ходе вооруженного конфликта, в статье предлагается рассмотреть три вида конфликта. А именно, антагонистический конфликт, коалиционный конфликт и конфликт взаимодействия. Для каждого из конфликтов представлена модель и описана целевая функция достижения победы.

Ключевые слова: управление войсками, организация связи, система связи, система управления, вооруженный конфликт.

Введение

Неотъемлемой особенностью военных проблем и систем военного назначения является конфликтность.

Согласно классического определения конфликта, принятого в политологии, конфликт — это столкновение, противоборство двух или нескольких субъектов, обусловленное противоположностью, несовместимостью их интересов, систем ценностей или знаний. [1]

Целью написания данной статьи будет являться классификация конфликтов в системах военного назначения, описание конфликтов и формирование предложений по их устранению или минимизации.

Классификация конфликтов в СВН

Учитывая, что системы военного назначения (далее — СВН) обладают определенной спецификой, вытекающей из целей задач решаемых СВН возможно предложить следующую классификацию конфликтов:

Антагонистический конфликт, возникает при полностью противоположных интересах сторон. Очевидно, что конфликт такого характера имеет место в ходе ведения боевых действий между противоборствующими сторонами (противниками).

Коалиционный конфликт, состояние конфликта между союзниками в войне, при этом, интересы сторон не являются полностью противоположными, в какой

то части стороны соперничают, а в другой способствуют друг другу.

Конфликт такого типа обусловлен тем, что союзники, при наличии общего противника, цели и результаты войны могут видеть по разному (военная коалиция с частично несовпадающими целями).

При наличии у союзников различных целей войны, с ее окончанием возможно перерастание коалиционного конфликта в антагонистический.

Примером коалиционного конфликта могут служить взаимоотношения союзников по антигитлеровской коалиции во второй мировой войне — США и Великобритания с одной стороны и СССР с другой.

Конфликтная ситуация между союзниками складывалась в частности по вопросам открытия второго фронта в Европе и по обустройству послевоенного мира.

В результате указанных противоречий, уже к концу мая 1945 г. англо-американскими союзниками был разработан план прямого военного столкновения с СССР «Немыслимое», а после «фултонской речи» 1946 г. Уинстона Черчилля, конфликт между бывшими союзниками принял окончательный характер как антагонистический.

Конфликт взаимодействия — конфликтное состояние между командирами взаимодействующих подразделений, частей, соединений и объединений, выражающийся в духе соперничества (конкуренции), при наличии единых целей и задач, выполняемых в ходе боя, операции.

Ситуация конфликта взаимодействия может возникнуть при недостатках планирования и организации боевых действий и недостаточным контролем за подчиненными командирами со стороны вышестоящего командования.

Ярким примером конфликта взаимодействия является Восточно-Прусская операция Северо-Западного фронта Русской Императорской Армии, в ходе первой мировой войны, когда командующий 1-й армией фронта генерал П.К. Ренненкампф и командующий 2-й армией генерал А.В. Самсонов, испытывая личную неприязнь по опыту прошлой службы и пытаясь единолично присвоить себе лавры победителя, начали преследование «отходящего» противника по расходящимся направлениям.

В результате образовавшейся брешы между флангами армий в 100 км и потери оперативной связи 2-я армия была разбита, а генерал А.В. Самсонов погиб.

При написании статьи, в части определения классификации конфликтов в СВН, авторы пришли к парадоксальным, хотя и очевидным выводам:

Противники в рамках конфликта составляют систему.

Система (др.-греч. σύστημα «целое, составленное из частей; соединение») — множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство (субъектов конфликта). [2]

Налицо наличие отношений противоборства и деструктивных связей. При ведении боевых действий противники как субъекты конфликта составляют единое целое боя, операции.

В ходе ведения боевых действий, союзники и даже взаимодействующие командиры одной противоборствующей стороны могут находиться в состоянии конфликта.

Модели конфликтов в СВН

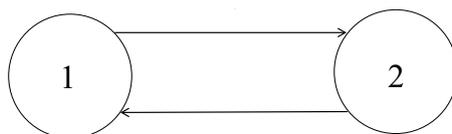
Для исследования конфликтов в СВН, предлагается использовать теоретические методы научного познания, такие как анализ и синтез, методы общей теории систем и математические методы исследования теории игр.

При этом нужно учитывать, что количественные показатели исследования конфликтов, не будут в полной мере отражать все стороны конфликтов, поскольку многие мотивы и проявления конфликта количественно неизмеримы и относятся к социально-психологическим проблемам.

1. Антагонистический конфликт

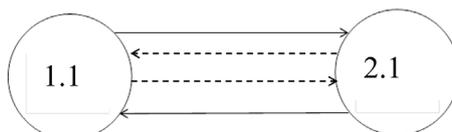
Как говорилось выше, противоборство противников в антагонистическом конфликте возможно представить в виде системы (рис. 1).

Математическое описание антагонистического конфликта сформулируем следующим образом. Обозначим эффективность решений командиров противников как R_{s1} и R_{s2} . При заданном критерии эффективности решения противника 1, находящегося в антагонистическом конфликте с противником 2, противник 1 стремится максимизировать эффективность своего решения R_{s1} , а противник 2 минимизировать его. При этом нужно понимать, что антагонистический конфликт носит двойственный характер: противник 1 стремится минимизировать эффективность решения командира противника 2 R_{s2} , противник 2 максимизировать его.



1, 2 — противники в антагонистическом конфликте;
→ деструктивные связи между противниками, возникающие в ходе боя, операции

Рис. 1. Антагонистический конфликт в системах военного назначения



1.1, 1.2 — союзники в коалиционном конфликте;
→ коалиционные связи между противниками, возникающие в ходе боя, операции;
— — → связи соперничества между союзниками

Рис. 2. Коалиционный конфликт в системах военного назначения

Тогда описание антагонистического конфликта будет иметь вид

$$R_{s_1} = \max S_1 \min S_2 \quad R_{s_2}(S_1, S_2)$$

$$R_{s_2} = \max S_2 \min S_1 \quad R_{s_1}(S_2, S_1)$$

Где S_1, S_2 — стратегии противников, единственные и соответствующие решению командира, так как командир принимает одно решение на бой, операцию. В антагонистическом конфликте математические выражения эффективности принятия решений имеют общую размерность и связаны обратной зависимостью.

Попробуем количественно оценить эффективность принятия решения командира на бой, операцию.

Выработка замысла, являющегося основой принятия решения подразумевает оценку обстановки, которая включает: оценку боевого состава и вскрытие замысла действий противника; оценку своих войск; оценку местности, климатических и погодных условий времени года суток, и других факторов, влияющих на выполнение полученной задачи. [3]

Обозначим элементы оценки обстановки следующим образом:

Оценка своих войск: $Y_{лс}$ — укомплектованность личным составом; $O_{лс}$ — обученность личного состава; $Y_{ввт}$ — укомплектованность вооружением и военной техникой.

При принятии решения командир, как правило, действует в обстановке неопределенности, он не всегда

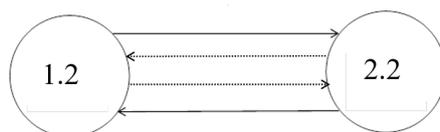
обладает полной информацией о противнике, не всегда обладает достоверной информацией о погодных условиях и других факторов, влияющих на выполнение задачи, тогда целесообразно учитывать коэффициенты снижающие эффективность принятия решения: $K_{пр}$ — коэффициент, учитывающий достоверность и полноту сведений о противнике, $K_{кпг}$ — коэффициент, учитывающий погодные и климатические условия ведения боя, операции.

Тогда целевая функция эффективности принятия решения командиром будет иметь вид: $F_{R_3}(Y_{лс}, O_{лс}, Y_{ввт}, K_{пр}, K_{кпг})$, или $R_3 = ((Y_{лс} + O_{лс} + Y_{ввт}) K_{пр}) K_{кпг}$, пусть $(Y_{лс}, O_{лс}, Y_{ввт}, K_{пр}, K_{кпг}) \in [0;1]$, где $Y_{лс}$ — укомплектованность личным составом, $O_{лс}$ — обученность личного состава, а $Y_{ввт}$ — укомплектованность вооружением и военной техникой, $Y_{ввт}, K_{пр}, K_{кпг}$ в зависимости от величины переменных в процентах укомплектованности и обученности, а коэффициенты будут отражать полноту сведений о противнике и благоприятность погодных и климатических условий ведения боя, операции.

Например, очевидно, что в случае $R_{s_1} > R_{s_2}$, решение командира противника 1 будет эффективнее, а в отдельных случаях оптимальным.

2. Коалиционный конфликт

Интересы сторон в коалиционном конфликте не являются полностью противоположными, в какой то части стороны конкурируют, в другой способствуют друг другу.



1.2, 2.2 — взаимодействующие командиры одной стороны конфликта;
 → связи взаимодействия, возникающие в ходе боя, операции;
 •••• > связи соперничества между взаимодействующими командирами

Рис. 3. Конфликт взаимодействия в системах военного назначения

Коалиционный конфликт не является двойственным, так как стороны стараются мешать друг другу только в пределах обеспечения собственных интересов. [4]

Математическое описание коалиционного конфликта может быть сформулировано так: каждая из сторон стремится максимизировать эффективность своих решений, критерии эффективности взаимосвязаны, максимумы эффективности решений не совпадают, минимум эффективности решений одной стороны не соответствуют максимуму эффективности другой. Решения союзников на союзничество обозначим как $R_{\text{э}1.1}$ и $R_{\text{э}2.1}$. Количество стратегий во взаимоотношениях двух союзников могут быть больше двух, тогда:

$$R_{\text{э}1.1} = \max R_{\text{э}1.1}(S_1, S_2, \dots, S_n)$$

$$R_{\text{э}2.1} = \max R_{\text{э}2.1}(S_1, S_2, \dots, S_n)$$

$$S_{1.1}, S_{2.1}, \dots, S_n(\max R_{\text{э}1}) \neq S_{1.1}, S_{2.1}, \dots, S_n(\max R_{\text{э}2.1})$$

$$S_{1.1}, S_{2.1}, \dots, S_n(\max R_{\text{э}1}) \neq S_{1.1}, S_{2.1}, \dots, S_n(\min R_{\text{э}2.1})$$

Количественно оценить вклад в союзников в достижении общих целей достаточно затруднительно, можно предположить, что это будет соотношение ресурсов союзников и степень соответствия целей войны.

Тогда целевая функция математической модели будет выглядеть так: $F(C_{ri}, C_{rj}, K_c)$, где C_{ri}, C_{rj} — наличие ресурсов союзников для ведения войны, а K_c — коэффициент совпадения целей войны, или $R_{\text{э}n} = (C_{ri}/C_{rj}) * K_c$

Очевидно, что например, при $C_{ri} > C_{rj}$ выигрышным будет решение союзника $R_{\text{э}ni}$.

3. Конфликт взаимодействия

В целом, взаимодействующие командиры имеют единые цели в ходе выполнения задач в бою, операции. При этом, существует ряд факторов, влияющих на качество взаимодействия, и первую очередь такой фактор, как качество связи взаимодействия.

При этом, основные свойства военной связи позволяют оценить качество связи взаимодействия $K_{\text{вс}}$ как совокупность показателей своевременности $S_{\text{вс}}$ достоверности $D_{\text{вс}}$ безопасности $B_{\text{вс}}$ и непрерывности $T_{\text{вс}}$: $K_{\text{вс}} = (S_{\text{вс}}, D_{\text{вс}}, B_{\text{вс}})$ [5–6], тогда эффективность принятия решения командира на бой $R_{\text{э}1.2} = \max R_{\text{э}1.1}(S_2), R_{\text{э}2.1} = \max R_{\text{э}2.2}(S_1)$, где S_1, S_2 - стратегии взаимодействующих командиров, единственные, о чем говорилось ранее. [7–8]

Заключение

Авторы попытались сделать количественную оценку исследования конфликтов, хотя предложенные методы не только не исчерпывают всех аспектов конфликта, но и в некоторых случаях вообще непригодны для количественного измерения, поскольку многие мотивы и проявления конфликта неизмеримы и тогда приведенные выше соотношения, будут вести к будущим исследованиям в данной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Политология. Энциклопедический словарь. М. 1993. С. 142.
2. Система // Большой Российский энциклопедический словарь. — М.: БРЭ. — 2003, с. 1437
3. Боевой устав сухопутных войск
4. Качество военной связи как совокупность ее основных свойств. А.А. Моисеев А.В. Чуев, А.А. Киселев. Научно-технический сборник. выпуск 7 (146) 2018.
5. Подход к оценке конфликтных ситуаций в информационных системах управления. Сборник трудов № 53 СВИС РВ г. Ставрополь, СВИС РВ, 2010- С. 58–64. Лепешкин О.М., Сагдеев А.К.
6. Применение теории игр для исследования радиоэлектронного конфликта. Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VIII Международная научнотехническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. / Под. ред. С.В. Бачевского; сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич. СПб.: СПбГУТ, 2019. Т. 4. 708 с. С. 518–521. Сагдеев А.К., Сидоренко Е.Н., Суюндукова А.А., Тихомиров Д.А.

7. Проблемы обеспечения защищенности инфотелеком-муникационной сети военного назначения при ведении информационной войны. Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики, часть I. — Ростов-на-Дону.: ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2015, 552с. С. 426–429. Горбачева М.А., Сагдеев А.К.
8. Анализ возможности реализации ролевого разграничения доступом в системах государственного управления. Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. V Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 3 т./ под ред. С.В. Бачевского, сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич, Л.М. Минаков. — СПб.: Санкт-Петербургский университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2016. — 550 с. С. 290–294. Лепешкин М.О., Лепешкин О.М., Сагдеев А.К.

© Кошечев Андрей Владимирович (koscheev06@mail.ru), Лашин Юрий Федорович (ylashin@yandex.ru),
Сагдеев Александр Константинович (brother-aks@yandex.ru), Халепа Сергей Леонидович (shalepa@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

COMPUTER VISION IN MANUFACTURE

V. Mamrega

Summary. This article discusses the prospects and advantages of the implementation of computer vision based on neural networks in production. The statistics of accidents at work are presented, the high rates of which are due to large volumes of production and an outdated system for monitoring compliance with safety rules and the availability of personal protective equipment for employees. The scheme of interaction of the components of a computer vision system is considered, which will allow monitoring of events occurring in production during operation, monitoring the situation at the enterprise for the occurrence of a potentially dangerous situation for personnel and equipment, and, accordingly, this system will be able to prevent an emergency, as well as avoid personal injury by reacting even to minor deviations from operating parameters. The research was carried out on the basis of the study and analysis of materials published in open information sources.

Keywords: production, computer vision, safety compliance, monitoring, production process, safety.

Мамрега Валерий Викторович
Генеральный директор, ОсОО «Дарбаза-Автоматик»
mamregavv@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются перспективы и преимущества внедрения компьютерного зрения на основе нейронных сетей на производствах. Приводится статистика несчастных случаев на производстве, высокие показатели которой обусловлены большими объемами производства и устаревшей системой мониторинга соблюдения правил техники безопасности и наличия средств индивидуальной защиты сотрудников. Рассмотрена схема взаимодействия компонентов системы компьютерного зрения, которая позволит производить мониторинг событий, происходящих на производстве в период эксплуатации, отслеживать ситуацию на предприятии на предмет возникновения потенциально опасной ситуации для персонала и оборудования, и, соответственно, данная система будет способна предотвратить аварийную ситуацию, а также избежать получения травм персоналом, реагируя даже при незначительном отклонении от рабочих параметров. Исследования проведены на основе изучения и анализа материалов, опубликованных в открытых информационных источниках.

Ключевые слова: производство, компьютерное зрение, соблюдение техники безопасности, мониторинг, процесс производства, промышленная безопасность.

Введение

Рост механизации во всех экономических отраслях — начиная от сельского хозяйства, строительной и энергетической индустрии, заканчивая торговлей и банковским делом, оказывает решающее влияние на повышение роли промышленности в современном мире.

Например, роль промышленности в секторе сельского хозяйства определяется обеспечением высокого качества и объемов производимых комбикормов, которые можно достичь только при помощи высокоточного оборудования.

В энергетическом секторе основным оборудованием являются динамические типы устройств, такое как компрессоры, газовые турбины, насосы, что, соответственно влечет высокие требования по мониторингу рабочих параметров и безопасную эксплуатацию машин, что обеспечивается, опять же, за счет высокоточного оборудования.

То же самое касается и большого количества финансовых операций, которые, как в сфере торговли, так и в банковском деле, требуют колоссальных вычислительных мощностей, что достигается за счет использований вычислительных систем и серверов, способных обрабатывать и сохранять цифровую информацию.

Все это говорит о востребованности развития механизации не только в каждой отрасли материального производства, но и в каждой сфере современной жизни общества.

В настоящий момент, одни из самых революционных открытий в развитии механизации принадлежат технологии компьютерного зрения, позволяющего автоматизировать и упростить работу многих отраслей производства, медицины, образования и организации безопасности.

Существует несколько значимых и на данный момент до конца не решенных задач, которые ставит перед собой технология компьютерного зрения. В кон-

тексте темы материальной промышленности можно выделить конкретные из них:

В сфере промышленности выделяется необходимость перехода от цифрового управления отдельной установки к управлению всем производственным процессом, а в целях улучшения безопасности мониторинга оборудования и сбора данных. Одной из задач является внедрение для упрощения и автоматизации процесса производства виртуальных сенсоров, материального баланса и системы управления снабжением. Помимо прочего, технологии компьютерного зрения так же способствуют решению таких задач, как предсказание спроса, автоматическое управление и беспилотное оборудование.

Основной практической особенностью компьютерного зрения является его способность к автораспознаванию, выбору зоны интереса, возможность коррекции и дообучения, интеграция.

Вклад данной работы в направление исследования компьютерного зрения — это системный и продуктивный подход внедрения технологии на производство для решения многообразных задач с возможностью снижения стоимости единичных внедрений, который позволит не только фиксировать отклонения от рабочих параметров, но и производить мониторинг событий, происходящих на производстве в период эксплуатации, отслеживать различные опасные для жизни ситуации и соответственно, предотвращать аварии, получения травм персоналом.

Цель исследования

Цель исследования данной статьи — обзор видения темы в рамках промышленной сферы, рассмотрение перспектив и преимуществ внедрения компьютерного зрения на основе нейронных сетей на производство, формирование основных задач технологии и актуальных методов их решения. **Метод исследования** — изучение и анализ статистики и материалов, опубликованных в открытых информационных источниках и предшествующих научных трудах.

Первые научные труды, раскрывающие наиболее подробно задачи и технические особенности компьютерного зрения, появились еще в 80-х годах прошлого века. Один из них — книга «Цифровая обработка изображений» У.Прэтта [1, 2], которая освещает вопросы математического представления непрерывных и дискретных изображений, алгоритмы улучшения изображений, методы количественного описания, реставрацию и анализа изображений за счет способов цифрового кодирования.

Основы теории о сферах применения технологии алгоритмов цифровой обработки изображения изложил Т.С. Хуанг [3]. Современные исследования не ограничиваются научно-исследовательскими вузовскими работами и монографиями узконаправленной темы, помимо этого можно выделить книги Р. Гонсалеса — «Цифровая обработка изображений» [4], Д.А. Форсайта «Компьютерное зрение. Современный подход» [5] и многие другие работы, иллюстрирующие основные определения и понятия дисциплины компьютерного зрения, методологии цифровой обработки видеoinформации.

Таким образом, **новизна** данной работы отражается отсутствием узконаправленных исследований в совокупности с необходимостью понимания современных мировых тенденций и их практического применения в развитии технологии промышленности и непрерывностью повышения качества и изучения устройств с учетом перспективных задач их развития в будущем.

Рост интереса в научно-техническом сообществе к теме компьютерного зрения можно подтвердить статистикой по количеству участников конференции международной ICCV. Известно, что до 2009 года количество исследовательских работ данной темы не превышало 1500, а в 2017 году возросло почти в два раза. На сегодняшний день, начиная с 2019 года, заинтересованность отразилась в количестве участников конференции до 8000, и до сих пор значение исследователей и научных работ сильно увеличивается. Из этого следует факт востребованности темы компьютерного зрения, который отлично иллюстрирует **актуальность** представленной работы.

Необходимость непрерывного повышения качества технологий машинного зрения и ее адаптация для процесса материального производства не только способствуют решению поставленных задач, но и ведут за собой прогресс в создании более новых и современных технологий.

Материалы, исследование и результаты

Роль промышленности в строительной индустрии определяется объемами производимых конструкций и качеством строительного сырья, которое можно достичь, опять же, только с помощью высокоточного оборудования, позволяющего осуществлять качественную сборку элементов конструкций, поддержание заданных соотношений и требований качества компонентов при подготовке строительных смесей.

Таким образом, промышленность характеризует собой основную сферу материального производства,



Рис. 1. Основные сферы применения систем компьютерного зрения

в области которой создается большая доля ВВП и национального дохода. Именно поэтому такая область как промышленное производство на сегодняшний день действительно нуждается в автоматизации рабочего процесса с огромным количеством механических действий персонала — это крайне важно даже для распознавания дефектов на конвейере, не говоря уже о контроле безопасности сотрудников предприятия.

При такой важной роли промышленности в современном мире и скорости ее прогресса, все больше предъявляется требований по объемам производимой продукции, ее качеству и безопасности. Стандартных ресурсов, таких как систем видеонаблюдения, компьютерных программ и человеческого мониторинга уже недостаточно, а осуществление найма дополнительного персонала за наблюдением определенных параметров производства экономически нецелесообразно для предприятий.

Поэтому в настоящий момент ведется разработка и оптимизация системы, которая позволит производить мониторинг событий, происходящих на производстве в период эксплуатации, отслеживать ситуацию на предприятии на предмет возникновения потенциально опасной ситуации для персонала и оборудования, и, соответственно, данная система будет способна предотвратить аварийную ситуацию, а также избежать получения травм персоналом, реагируя даже при незначительном отклонении от рабочих параметров. Данная система называется системой компьютерного (машинного) зрения.

Машинное или компьютерное зрение (Computer Vision или CV) — это автоматическая фиксация и обработка как неподвижных, так и объектов, которые находятся в движении, с помощью компьютерных систем и комплекса специального оборудования. Компьютерное зрение и машинное зрение — термины немного разные, поскольку технология машинного зрения

больше относится к технике, к видеокамерам для видеонаблюдения, веб-камерам для коммуникации и т.д.

Машинное зрение на настоящий момент активно внедряется и совершенствуется во многих отраслях, где необходим постоянный мониторинг большого количества информации для обеспечения высокого качества производства и уровня безопасности персонала, см. рис. 1.

В рамках производственной сферы, машинное зрение может быть применимо для решения множества актуальных вопросов — безопасность, контроль качества и процесса работы и т.д. Среди главных задач машинного зрения отметим следующие, применимые в сфере промышленности:

Контроль качества и оценка брака на производстве. Ручной отбор поврежденных, неправильно сделанных или не соответствующих техническим установкам деталей порой предприятию обходится в крупную сумму. К тому же, оценщику брака сложнее обнаружить дефект и быстро принять правильное решение в отличие от автоматизированной системы. Технологии нейросети с большим процентным соотношением справятся с этой задачей — они настроены под автоматическое обнаружение дефектов: например, несоответствие физического размера изделия указанным, наличие брака, отсутствие необходимых конкретных деталей и наклеек, несоответствие цвета и чистоты изделия.

Помимо этого, автоматическая сортировка позволяет убрать с конвейера несоответствующие бракованные детали, не подпуская их к последующему этапу производства — откуда неисправное изделие уже может попасть к потребителю.

К решению задач контроля качества в контексте дисциплины существует два подхода. Классический,

выделяемый ранее многими исследователями, заключается в основных способностях машинного зрения — это выделение по цвету, адаптивная бинаризация, морфологические преобразования, повышение контраста изображения т.д. Работа над алгоритмами изображения позволяет камерам видеонаблюдения автоматически фиксировать установленные данные — цвет, качество, размер изделия и наличие у него дефектов.

Второй способ, находящийся сейчас в прогрессирующем развитии — это нейронные сети. Этот способ в области контроле качества выделяется своей уникальной адаптивностью, и позволяет достичь высоких результатов в решении множества задач широкого спектра, касающегося и производства. Появляется возможность настройки алгоритма обучения нейросети, установки для системы конкретных задач. Более того, абсолютно разные задачи можно решить одним инструментом.

Единственное, что может тормозить или вывести в неэкономичный расход такую технологию машинного зрения — это недостаток данных, информации. Поскольку, чтобы выявлять дефекты, нейронных сети требуется видеопоток, который снимает готовую продукцию и демонстрирует возможные дефекты. Такой инновационной системе на сегодняшний день для должной функциональности и эффективности необходимо наличие множества примеров и генерация рабочих процессов.

Безопасность и контроль рабочего процесса. Еще одна популярная область задач, под которую заточена технология компьютерного зрения — это контроль соблюдения установленных норм и, соответственно, безопасности сотрудников на производстве. Характеризуется область контролем соблюдения зон, контролем периметра ношения касок, задачами видеоаналитики, детекцией касок и защитных костюмов.

В целях безопасности, на предприятиях требуется от сотрудников точное следование регламенту и инструкциям как, в целом, при выполнении должностных обязанностей, так и при выполнении определенного процесса работы. Нарушения подобных правил могут кому-то показаться мелочными и безобидными, но в ином случае и в иных обстоятельствах — это опасное для жизни действие.

Технологии машинного зрения на основе нейронных сетей позволяют отследить, были ли совершены подобные нарушения сотрудниками предприятия, были ли использованы необходимые средства защиты, соблюдалась ли установленная дистанция до опасных объектов и нужные рабочие режимы, не осуществля-

лась ли неправильная обработка на производстве. Кроме того, у большинства предприятий регламент предусматривает и необходимость выполнения конкретных повторяющихся действий, чтобы те, при должном выполнении, привели к большей экономии на издержках.

Следовательно, одной из самых распространенных функций систем компьютерного зрения на производствах является идентификация наличия средств индивидуальной защиты сотрудников, осуществляющих свою рабочую деятельность на потенциально опасных участках. Согласно оперативным данным министерства труда РФ в 2019 году, произошло 4078 случаев с тяжелыми и смертельными исходами на производственных объектах в результате несоблюдения техники безопасности.

Внедрение же систем компьютерного зрения позволит осуществлять постоянный мониторинг соблюдения требований безопасности, а именно определение, где на изображении, полученном в любой момент времени, у человека находится голова, руки и ноги и, самое главное, выявить замечания на предмет наличия средств защиты. Данная система производит анализ, надеты ли перчатки, использует ли сотрудник защитную каску и очки, есть у него с собой портативный газоанализатор, застегнута ли спецодежда и т.д., предупредив о нарушении работника и его руководство. По предварительным расчетам, внедрение систем компьютерного зрения на производстве позволит снизить количество несчастных случаев на 30–35%.

Для предприятия данная система позволяет обеспечить следующие преимущества:

- ◆ снизить уровень инцидентов на производстве, связанных с нарушением требований техники безопасности;
- ◆ моментально идентифицировать нарушение и сразу же информировать о данном нарушении работника и его руководство;
- ◆ охватить большую территорию для мониторинга сравнительно малыми ресурсами.

Так же, компьютерное зрение в значительной степени способно упростить работу специалистам по охране труда — борьба с хищением имущества предприятия, подложными деталями на конвейере, неправильным перемещением товара по складу, что позволяет им сосредоточиться непосредственно на важных моментах. Для компаний наличие данной системы позволяет сократить затраты и повысить уровень безопасности на производстве.

Специалист по охране труда физически не может находиться на нескольких производственных объек-

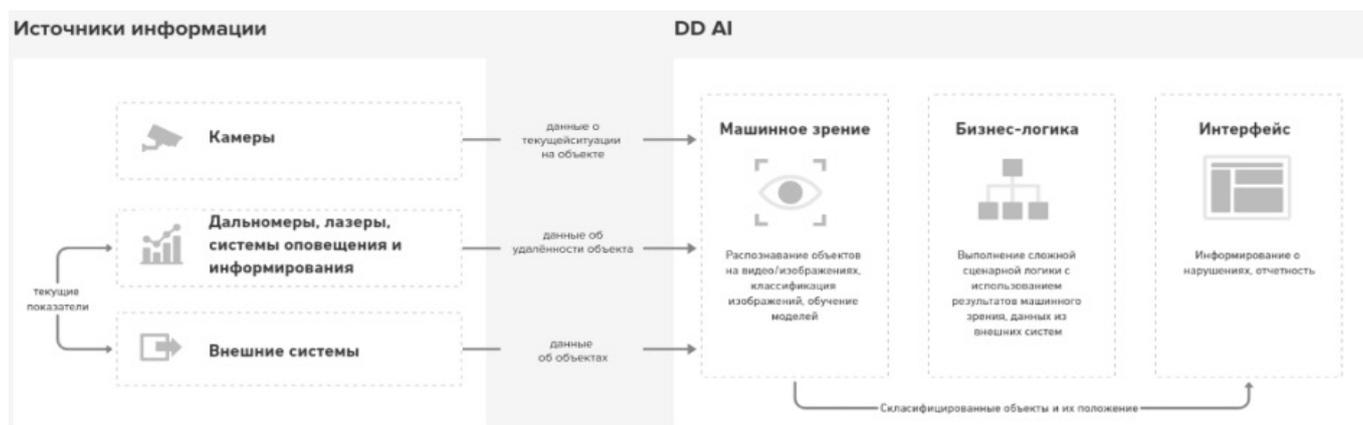


Рис. 2. Схема взаимодействия компонентов системы компьютерного зрения

тах или в помещениях для осуществления проверки соблюдения выполнения правил по технике безопасности и охране труда. Разумеется, в случае отсутствия на предприятии систем машинного зрения приводит к тому, что специалисту необходимо большее количество времени для обнаружения нарушителей, что, соответственно, влечет возникновение потенциально опасной ситуации для работников.

А отсутствие на производстве данной системы предполагает, что специалисты будут тратить свое время на постоянный мониторинг ситуации на производстве на постоянный просмотр видео, получаемых с камер видеонаблюдения, но для просмотра видео с каждой установки, с каждого помещения требуется большое количество специалистов, что является не выгодным для предприятий с финансовой точки зрения. Схема взаимодействия компонентов системы машинного зрения представлена на рис. 2.

Кроме области промышленной безопасности, компьютерное зрение способно осуществлять мониторинг и контроль производственных параметров, отслеживая их изменения и регулируя протекание процессов на производстве. Задачи склада, учета и логистики — контроль склада, считывания штрих-кодов и контроля движения товара заметно облегчают работу кладовщиков. Аналогична и задача цифровизации и подключение разного оборудование без наличия цифровых интерфейсов — критичная необходимость регистрации процесса дорогостоящей и опасной работы, которая без технологии машинного зрения не была бы осуществлена должным образом.

Проблема использования машинного зрения в качестве системы видеонаблюдения на производстве — это необходимость приобретения неэкономного оборудования с хорошим разрешением. А проблема использо-

вания машинного зрения на основе нейронной сети — это обязательное требование соблюдения множества шагов настройки системы, таких как создание разметки и обучения, выбор модели и тюнинг, тестирование, сглаживание результатов.

Заключение

В данной статье были приведены характеристики, особенности и функции технологий машинного зрения, проанализированы известные в исследовательской среде научные работы, проиллюстрированы и приведены данные о сферах применения и статистике, конкретизированы преимущества использования машинного зрения в промышленной сфере, что позволило ответить на поставленные изначально вопросы.

На данный момент развитие технологий искусственного зрения стремительно развивается во многих областях жизни человека — начиная от оптимизации работы мобильных устройств и заканчивая обеспечением безаварийной работы производств, а также прорывами в области медицины. Современный мир ставит множество вопросов и задач перед учеными в плане реализации проектов, основанных на применении компьютерного зрения, которые, разумеется, нужно решать, учитывая потенциал применения данной технологии.

В заключении, можно сделать вывод, что технологии компьютерного зрения на основе нейронной сети все еще успешно развиваются, эволюционируют и совершенствуются в общем контексте развития технических и системных средств, возможностей научного прогресса, и пребывать в подобном состоянии будут еще долгое время. Что касается предпосылок и практического применения технологии в будущем, абстрагировавшись от понятий технологического прогресса или технической революции, можно сказать, что не всегда открытия

такого масштаба происходили последовательно в результате длительной эволюции. На это могли влиять многие факторы: от востребованности в определённых сферах применения до соотношения с запросами потребителя в определённый момент прогресса.

А при должной информационной освещённости данной темы, владельцам предприятий в сфере материального производства станет понятно, что технологии

компьютерного зрения на основе нейронной сети — это инновационный, устойчивый метод контроля безопасности и процесса производства, использующий системы, предполагающие более высокий контроль качества работы предприятия, предотвращение аварийных ситуаций и массовой дефектности результатов производства. Это эффективный инструмент, который может поспособствовать новому и прогрессивному развитию отрасли производства в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. — М.: Мир, 1982. — Кн.1–312 с.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. — М.: Мир, 1982. — Кн. 2–480 с.
3. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений / Т.С. Хуанг, Дж.-О. Эклунд, Г. Дж. Нуссбаумер и др.; Под ред. Т.С. Хуанга: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1984. — 224 с.
4. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений, Москва: Техносфера, 2005. — 1072 с. ISBN5–94836–028–8.
5. Форсайт, Дэвид А., Понс, Жан Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «вильямс», 2004. — 928 с.: ил. — Парал. тит. англ. ISBN5–845–0542–7 (рус.)
6. Нейронные сети в промышленности и информационных технологиях [Электронный ресурс] — URL: <https://izron.ru/articles/razvitie-tekhnicheskikh-nauk-v-sovremennom-mire-sbornik-nauchnykh-trudov-po-itogam-mezhdunarodnoy-na-sektsiya-2-informatika-vychislitel'naya-tekhnika-i-upravlenie-spetsialnost-05-13-00/neyronnye-seti-v-promyshlennosti-i-informatsionnykh-tekhnologiyakh/>
7. Нейронные сети для задач промышленности и безопасности [Электронный ресурс] — URL: <http://lib.secuteck.ru/articles2/all-over-ip/neyronnye-seti-dlya-zadach-promyshlennosti-i-bezopasnosti-vstraivaemye-sistemy-mashinnogo-zreniya-novogo-pokoleniya>
8. Шлагбаум с постом охраны [Электронный ресурс] — URL: <https://remstroyrest.ru/shl.html>
9. Нейросети в промышленности: как это работает? [Электронный ресурс] — URL: <https://telecomdaily.ru/news/2020/06/05/neyroseti-v-promyshlennosti-kak-eto-rabotaet>
10. Нечеловеческие способности [Электронный ресурс] — URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018-september-projects/1863686/>
11. Нейронные сети [Электронный ресурс] — URL: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4114009
12. Машинное зрение: востребованность и перспективы [Электронный ресурс] — URL: <https://www.tbforum.ru/blog/mashinnoe-zrenie-vostrebovannost-i-perspektivy>
13. Машинное зрение [Электронный ресурс] — URL: <https://www.iksmedia.ru/articles/5685849-Mashinnoe-zrenie-kak-nauchit-lokomo.html>
14. Нейронные сети или как обучить искусственный интеллект? [Электронный ресурс] — URL: <http://internetinside.ru/neyronnye-seti-ili-kak-obuchit-iskuss/>
15. Машинное зрение. Что это и как им пользоваться? Обработка изображений оптического источника [Электронный ресурс] — URL: <https://habr.com/ru/post/350918/>
16. Как нейросети помогают производствам [Электронный ресурс] — URL: <https://pahomov.pro/blog/kak-nejroseti-pomogayut-proizvodstvam-realnye-primery.html>
17. Компьютерное зрение [Электронный ресурс] — URL: <https://exponenta.ru/comp-vision>
18. Анализ промышленного применения алгоритмов нейросетевого моделирования в нефтяной и газовой промышленности [Электронный ресурс] — URL: <https://nedraconsult.ru/news/analiz-promyshlennogo-primeneniya-algoritmov-neyrosetevogo-modelirovaniya-v-neftyanoy-i-gazovoy-prom/>
19. Какому бизнесу нужен искусственный интеллект [Электронный ресурс] — URL: <https://incrossia.ru/understand/nejronki-kakomu-biznesu-nuzhen-iskusstvennyj-intellekt-i-lajfhaki-kak-ego-vnedrit/>
20. Компьютерное зрение [Электронный ресурс] — URL: https://yandex.ru/company/technologies/computer_vision/
21. Нейронные сети: общие технологические характеристики [Электронный ресурс] — URL: <https://science-engineering.ru/ru/article/view?id=1236>
22. Какую роль системы компьютерного зрения играют в четвертой промышленной революции? [Электронный ресурс] — URL: <https://www.baslerweb.com/ru/vision-campus/otrasli-i-zadachi/rol-kompyuternogo-zreniya-v-ehpohu-industriya-4-0/>
23. Компьютерное зрение. Задачи, области применения, перспективы [Электронный ресурс] — URL: <https://vc.ru/ml/166105-kompyuternoe-zrenie-zadachi-oblasti-primeneniya-perspektivy>
24. Выгодная имитация: мировая промышленность активно строит нейросети [Электронный ресурс] — URL: <http://digital-russia.rbc.ru/articles/vygodnaya-imitatsiya-mirovaya-promyshlennost-aktivno-stroit-neyroseti/>

© Мамрега Валерий Викторович (mamregavv@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ МЕТОДОМ ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОШИБКИ ДЛЯ ТЕКСТОВОГО НАБОРА ДАННЫХ

APPLICATION OF THE NEURAL NETWORK BY THE METHOD OF BACKPROPAGATION OF THE ERROR FOR A TEXT DATA SET

S. Makhnev

Summary. The article discusses a method for processing textual, unstructured data sets for recognizing them graphically for a neural network using the backpropagation method. The purpose of this work is to develop a neural network and train it with data prepared by the semantic-graphic method. The task of the research is to conduct training and subsequent verification of the effectiveness of pattern recognition. Also, the article presents an analysis of the application of the processed array of input data, both with the use of ready-made tensorflow libraries, and in a properly developed neural network.

Keywords: neural network, backpropagation method, tensorflow.

Махнев Сергей Александрович

Аспирант, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»
still-1994@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен метод обработки текстовых, неструктурированных наборов данных для распознавания их графическим образом для нейронной сети методом обратного распространения ошибки. Целью данной работы является разработки нейронной сети и обучение ее данными, подготовленными семантическо-графическим методом. Задача исследования провести обучение и последующую проверку эффективности распознавания образов. Также, в статье представлен анализ применения обработанного массива входных данных как с применением готовых библиотек tensorflow, так и в собственно разработанной нейронной сети.

Ключевые слова: нейронная сеть, метод обратного распространения ошибки, tensorflow.

В наше время в сфере информационных технологий все чаще применяются нейронные сети для решения многих задач распознавания и прогнозирования. Как раз такая задача распознавания образов послужила толчком к развитию таких областей, как семантический анализ, анализ неисправностей за счет звуковых потоков данных и других. Поэтому, в настоящее время, задача распознавания образов развита больше других. Рассмотренные работы по нейронным сетям [1–4], показывают многообразие методов обработки графической информации. Но среди них выделяется метод обратного распространения ошибок, как универсальный, имеющий отличную точность и полноту, при имеющихся недостатках в виде паралича сети и локального минимума. Данный метод, ориентированный на обработку графической информации, не используется для анализа текстовых выборок.

В рамках исследования, где требуется найти закономерности между интересами выпускников, для системы поддержки принятия решений абитуриентов [5], разработан метод графиков функций, который с помощью семантического метода *TF × RIDF* [8], преобразует неструктурированный, не связанный между собой текст, в набор чисел в диапазоне от –1 до 1, а последующая переработка значений путем применения формулы:

$$wtn = 0.5 + 0.5 \times wt \quad (1)$$

, где wt — это вес одного интереса, а wtn — новый вес в диапазоне от 0 до 1, позволяет применить входные данные в качестве входных для задачи распознавания образов [9].

Для дальнейшей реализации идеи использования семантическо-графического метода, предложен метод обратного распространения ошибки для нейронной сети, представленный на рисунке 1.

Впервые этот метод был описан в 1974 г. А.И. Галушкиным, а также независимо и одновременно Полем Дж. Вербосом. Далее существенно развит в 1986 г. Дэвидом И. Румельхартом, Дж.Е. Хинтоном и Рональдом Дж. Вильямсом и независимо и одновременно С.И. Барцевым и В.А. Охониным (Красноярская группа) [2]. Это итеративный градиентный алгоритм, который используется с целью минимизации ошибки работы нейронной сети и получения желаемого выхода. Существенным условием применимости метода является дифференцируемость активационной функции.

Выполнение алгоритма начинается с создания произвольно сгенерированных весов для многослойной сети [9]. Затем процесс, описанный ниже повторяется

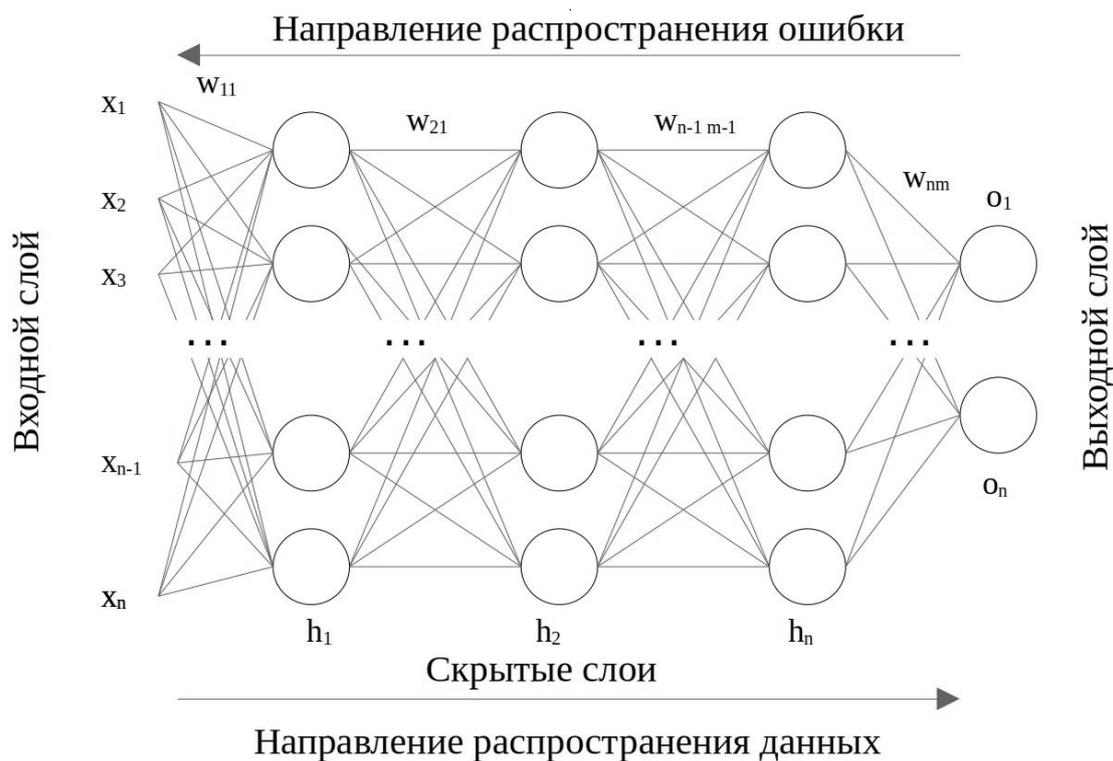


Рис. 1. Нейронная сеть с методом обратного распространения ошибки

до тех пор, пока средняя ошибка на входе не будет признана достаточно малой:

1. Из обучающего множества выбирается очередная обучающая пара (правильно значение и набор входных данных x_n);
2. рассчитывается прямое распространение входного сигнала через сеть (определяются весовые суммы и выходы O_n , для каждой ячейки);
3. начиная с выхода, выполняется обратное движение через ячейки выходного и промежуточных слоев, при этом рассчитываются значения ошибки входных и скрытых ячеек h_n ;
4. веса сети обновляются пропорционально разности между целевым значением входа и рассчитанным значением.

Коэффициент пропорциональности при обновлении можно выбирать, исходя из следующих правил:

1. При малом коэффициенте процесс обучения занимает больше времени, но минимизация вероятности пропуска правильной комбинации весов.
2. При высоком коэффициенте обучения, скорость обучения выше, но правильные веса связей могут быть никогда не найдены.

В связи с этим, целесообразнее начать обучение с достаточного малого коэффициента, постепенно его увеличивая[4].

Для расчетов всех значений нейронной сети методом обратного распространения ошибки используются общепринятые формулы [2].

Для упрощения трудоемких расчетов обратного распространения ошибок используются возможности матричного умножения [6]. Для этого, каждую ячейку нейронной сети мы представляем в качестве матрица, а операции будут направлены на работу только с ними.

$$e_h = wt^T \times e_o, \quad (2)$$

где:

e_h – ошибка скрытого слоя;

wt^T – веса произведения транспонированная матрица скрытого и выходного слоя;

e_o – ошибка выходного слоя.

Для получения результатов исследования, обучение нейронной сети методом обратного распространения ошибок проводилось на CPU Intel® xeon e3–1200 v5 с частотой 3.75 GHz, с использованием языка программирования Python.

Для наилучшего результата, был проведен подбор количества эпох для получения максимальной эффективности (рис. 2).

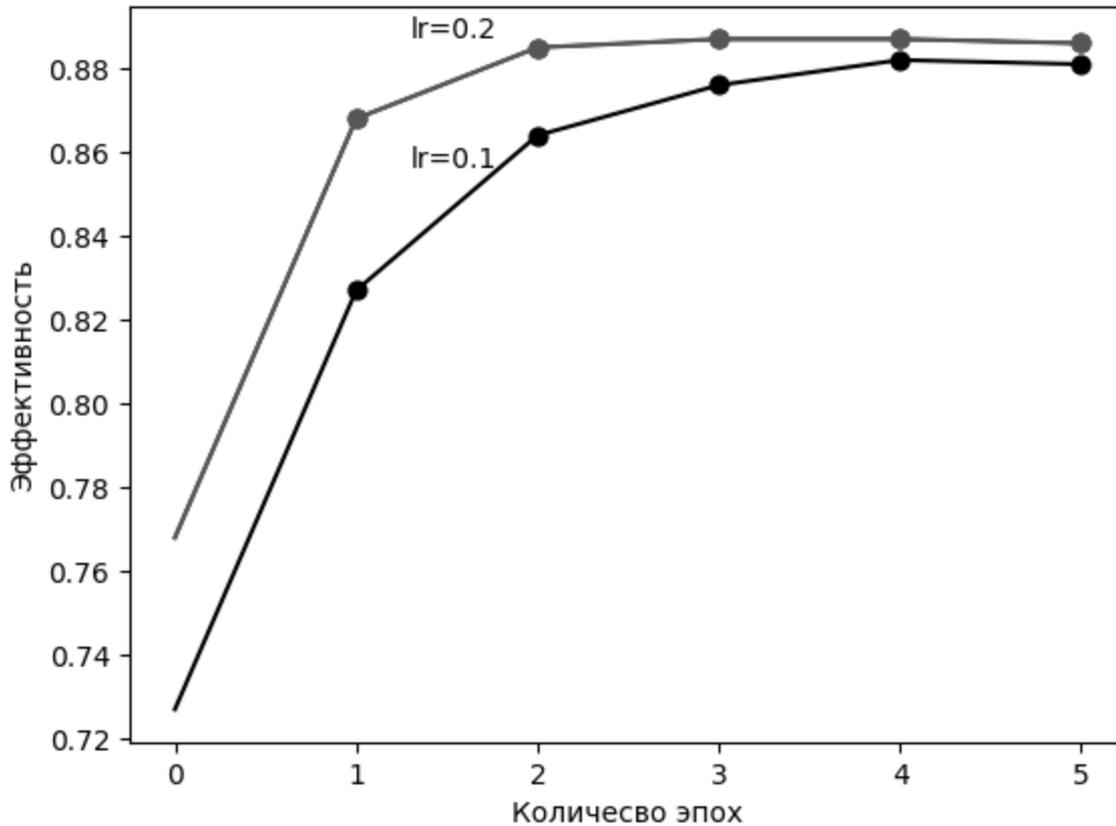


Рис. 2. Сравнение эффективности нейронной сети для разных эпох и шага

При том количестве тренировочных (876) и проверочных данных (122), наилучший результат распознавания 0.886, был продемонстрирован при шаге $lr = 0.2$ и количестве эпох равном 2 и 3, но так как количество эпох напрямую влияет на время обучения, то был взят наименьший результат — 2 эпохи. При этом, немаловажную роль играет количество скрытых слоев, чей показатель не изменялся после отметки в 300 слоев.

Так как скрытые слои нейронной сети являются по факту черным ящиком, то применив обратную операцию прохождения нейронной сети, указав в качестве входных данных одно из правильных значений, мы можем увидеть, как воспринимает нейронная сеть выбранную специальность в графическом виде (рис. 3). Функция активации для прямых сигналов представлена формулой (3), а ее обратная функция — формулой (4):

$$y = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{3}$$

$$x = \ln\left(\frac{y}{1 - y}\right) \tag{4}$$

Полученный результат соответствует функции $y = -\sin(x)$, что является специальностью: «Информационные системы», согласно выбранному графику функций.

мационные системы», согласно выбранному графику функций.

В рамках исследования применена библиотека TensorFlow [7], для обучения и распознавания такого же набора входных данных (рисунок 4).

TensorFlow — это удобная библиотека с открытым исходным кодом для численных вычислений, применимая для Python. Эта библиотека делает машинное обучение намного проще, а также быстрее. Машинное обучение — достаточно сложная технология, но с каждым годом машинное обучение и его реализация становятся проще, нежели раньше. Все это благодаря таким фреймворкам, как TensorFlow от Google. Они максимально облегчают процесс получения данных, обучения моделей, а также предоставления прогнозов и уточнение будущих результатов.

Результат распознавания TensorFlow варьировался от 0.800 до 0.899, что находится в границах применения собственной нейронной сети. Временные затраты собственной нейронной сети, по сравнению с TensorFlow составил 4 секунды в пользу собственной нейронной сети.

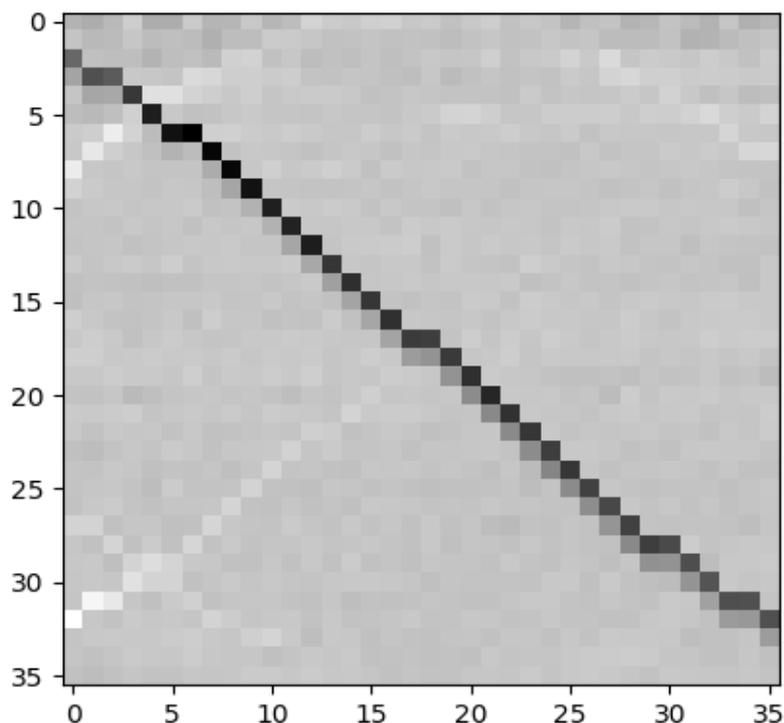


Рис. 3. Результат обратной функции активации

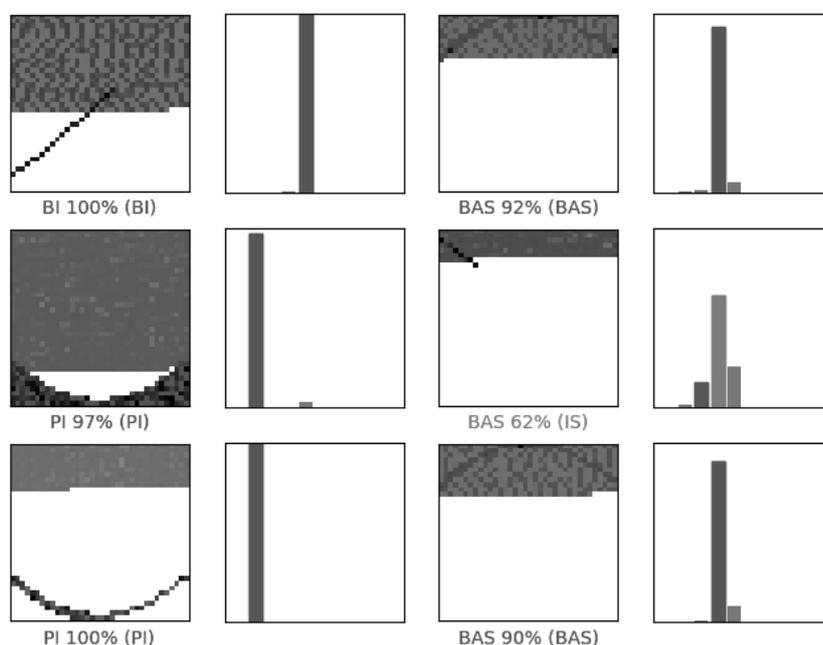


Рис. 4. Применение TensorFlow на части тестовых данных.

В заключении, можно выделить, что выбранный семантически-графический метод работает с нейронной сетью обратного распространения ошибки и показал эффективность 0.886, что является хорошим показателем, согласно которому нейронная сеть ошибется

один раз на каждую десятую попытку. Что конечно же, не является успехом исследования, но дает основания для дальнейшего изучения и развития нейронной сети, например, используя сверточные нейронные сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баскин, И.И. Многослойные перцептроны в исследовании зависимостей «структура- свойство» для органических соединений / И.И. Баскин, В.А. Палюлин, Н.С. Зефирова // Российский химический журнал. — 2006. — Т. 50. — № 2. — С. 86–96.
2. Романов, Д.Е. Нейронные сети обратного распространения ошибки / Д.Е. Романов // Инженерный вестник Дона. — 2009. — № 3(9). — С. 19–24.
3. Смирнов, А.В. Распознавание типа внутренних элементов планировки зданий в задачах первичной навигации мобильных роботов с использованием нейронных сетей / А.В. Смирнов, Д.Н. Степанов // Программные системы: теория и приложения. — 2018. — Т. 9. — № 4(39). — С. 279–291. — DOI 10.25209/2079–3316–2018–9–4–279–291.
4. Савиных, Н.В. Обучение методами нейронных сетей: алгоритм обратного распространения / Н.В. Савиных, А.В. Светкин // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Информационные системы и технологии. — 2006. — № 1–4. — С. 193–197.
5. Деканова Н.П., Махнев С.А. Анализ социальных сетей — поддержка абитуриентов в профессиональной ориентации // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. № 4 (16). С. 131–141.
6. Рашид, Т. Создаем нейронную сеть.: Пер. с англ. — СПб.: ООО «Альфа-Книга», 2017. — С. 97–99
7. Эдель, Г.Е. Глубокое обучение с использованием библиотеки TensorFlow / Г.Е. Эдель // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. — 2020. — № 1–2. — С. 162–164.
8. Зеленков, Ю.Г. Сравнительный анализ методов определения нечетких дубликатов для Web-документов /Ю.Г. Зеленков, И.В. Сегалович // Труды IX Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» — RCDL'2007. — 9 с.
9. Махнев С.А, Деканова Н.П. Цифровая трансформация и графическая интерпретация социальных интересов студентов вуза / С.А. Махнев, Н.П. Деканова // Перспективы науки. — 2022. — № 2

© Махнев Сергей Александрович (still-1994@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Иркутск

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ В КОНСТРУКТОРСКОМ БЮРО

DATA PROCESSING AND STORAGE INFORMATION SYSTEM FOR MODELING IN DESIGN BUREAU

**I. Ryabogina
O. Romashkova
T. Ermakova
S. Chiskidov**

Summary. The process of development and design of software of corporate data preparation information system for flight simulation of booster unit is described and methods of software implementation are described.

Keywords: database, software, information system.

Рябогина Ирина Александровна

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)», г. Москва
iren89@bk.ru

Ромашкова Оксана Николаевна

Д.т.н., профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва
ox-rom@yandex.ru

Ермакова Татьяна Николаевна

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

Чискидов Сергей Васильевич

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

Аннотация. Описан процесс разработки и проектирования программного обеспечения информационной системы корпоративной подготовки данных для моделирования полета разгонного блока и охарактеризованы методы программной реализации.

Ключевые слова: база данных, программное обеспечение, информационная система.

Введение

Целью данной работы является создание программного обеспечения (ПО) для подготовки и обработки данных при моделировании полета разгонного блока (РБ) космического аппарата (КА). Основные данные, которые необходимо тестировать с помощью моделей, и которые загружаются в итоге в бортовую систему управления — это полетное задание (ПЗ). Именно за счет тестирования ПЗ можно обеспечить качественный пуск КА и максимально точное достижение заданной орбиты. Проблеме разработки соответствующего ПО посвящена данная работа.

База данных

На сервере с помощью MS SQL создана база данных (DB2), в которой содержится необходимая информация для формирования шаблонов типовых полетных операций (ТПО) [1].

База данных состоит из двух связанных между собой таблиц [2]:

Таблица Meanings содержит следующие поля:

1. name_of_kip (varchar(20) — ключевое поле) — содержит названия всех команд, которые проверяются и содержатся в шаблонах ТПО;
2. name_of_order (varchar(20)) — содержит наименования режимов (каждой команде соответствует свой режим);
3. max_value (double) — содержит максимальные значения, которые могут принимать соответствующие команды;
4. min_value (double) — содержит минимальные значения, которые могут принимать соответствующие команды;
5. pr (int) — признак, который определяет метод проверки значения команды (если pr=1, то проверяется, попадают ли значения команды в протоколе в допустимый диапазон значений; если

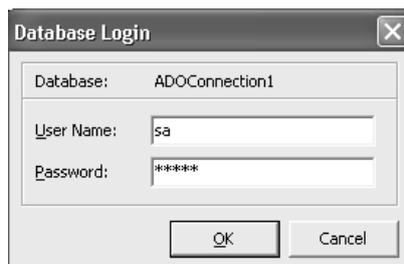


Рис. 1. Ввод пароля в БД шаблонов ТПО



Рис. 2. Исходный интерфейс ПО «Анализ протокола математического стенда (МС)»

pr=2, то значение команды в протоколе соотносится со значением команды в шаблоне).

Таблица `Stencil_of_KIP_and_Orders` содержит следующие поля:

1. `Stencil_of_order` (double) — содержит номер шаблона ТПО;
2. `name_of_kip` (varchar(20)) — содержит названия команд, которые содержатся в соответствующем шаблоне (ключевое поле, через которую таблица `Stencil_of_KIP_and_Orders` связана с таблицей `Meanings`);

3. `value_of_kip` (int) — содержит значение команды, которое проверяется в конкретном шаблоне ТПО;
4. `current_number` (int) — содержит порядковый номер в шаблоне ТПО.

Ключом таблицы являются все поля, так как уникальными в этом случае могут быть только сочетания всех четырех полей.

В каждом шаблоне записаны все возможные команды, которые могут выдаваться в данной ТПО. В зависи-

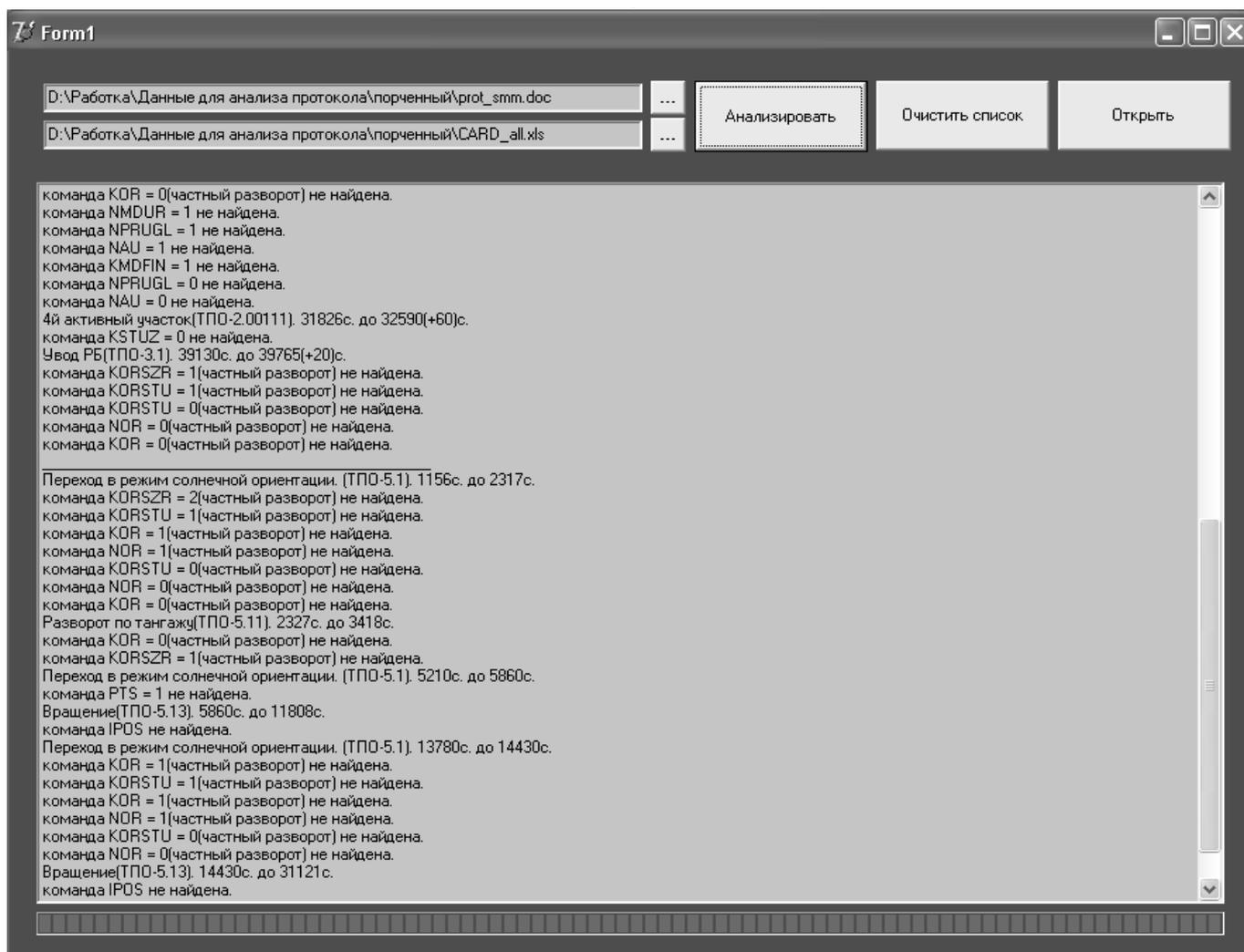


Рис. 3. Интерфейс ПО «Анализ протокола МС» после работы

мости от момента отделения дополнительного топливного бака, от процесса отделения КА в программном коде прописано отсутствие проверки команд, которые по логике не должны выдаваться в том или ином случае. Частные развороты выделены в отдельную ТПО, поскольку имеют идентичное содержания для всех ТПО с частными разворотами [3].

В программном коде в модуле Querys.pas прописаны SQL-запросы, которые вызывают нужные ТПО, формируя данные под вид строки протокола. Затем необходимые данные записываются в массив строк. Вызову каждого шаблона соответствует отдельная процедура с соответствующим названием. Таким образом, при вызове процедуры получаем необходимые данные [4].

Имея в массиве Prot[] и в массивах Stencil[] все необходимые данные, программа может приступить к исполнению алгоритма сравнения.

Алгоритм сравнения

Общая структура алгоритма заключается во множественном выборе (case). Сначала сравниваются ТПО активных участков. По признакам маневров алгоритм приходит в нужный case и определяет по времени часть протокола, которую необходимо проверить. Затем по признаку (pr), введенному в базе данных, определяется способ проверки значения команды (по диапазону или по точному значению). Запускаются циклы. Если команда и ее значение соответствует команде и значению, заложенным в шаблоне, то в массиве шаблона делается переход к следующему элементу. Также, если команда найдена, то в массиве протокола ее название изменяется путем прибавления '+us'. Это необходимо в связи с тем, что в одном шаблоне ТПО одна и та же команда может встречаться не один раз, и массив участка протокола, который проверяется, просматривается от начала до конца столько раз, сколько команд в шаблоне [5].

Программа проверяет правильность выдачи последовательности команд. Если следующая команда, заданная в шаблоне, не была обнаружена на проверяемом участке протокола, то запоминается команда, после которой обнаружена ошибка, и проверка идет с начала участка протокола. Это необходимо для того, чтобы, если команда присутствует на проверяемом участке, но выдана не в той последовательности, которая заложена в шаблоне, не выдавалось сообщение об ее отсутствии вообще. Аналогичным образом проверяются пассивные участки и промежуточные участки протокола.

Если команда по логике имитации не должна выдаваться на данном участке протокола, но при этом в шаблоне она предусмотрена, то в программном алгоритме выполняется пропуск таких команд (возможны уточнения) [6].

Конечный продукт PROT.exe

ПО написано на языке Pascal в среде разработки Delphi.

Для того чтобы запустить данное ПО, необходимо сначала ввести пароль от базы данных, в которой хранятся шаблоны типовых полетных операций (рисунок 1).

Разработанное ПО имеет следующий вид (рисунок 2):

Интерфейс программы содержит в себе все необходимые кнопки и поля для ввода и вывода информации.

Для начала работы необходимо выбрать исходные файлы — протокол и ПЗ.

После выбора необходимых файлов требуется нажать кнопку «Анализировать», и по мере того как программа будет выполнять поставленную задачу, в поле Метод будут появляться сообщения об ошибках в последовательности команд (рисунок 3).

В отчете формируется результат по всем участкам полета. Если все команды переданы вовремя и в правильной последовательности, то выдается сообщение об отсутствии ошибок.

Разработка программного обеспечения АКРИ

ПО автоматического контроля результатов испытаний состоит из нескольких последовательных этапов и включает в себя возможность обработки телеметрии с различных стендов. Также ПО формирует итоговые документы, необходимые для общего отчета по пуску для проведения дальнейших испытаний [7].

Получая на вход телеметрию в бинарном виде, с помощью специального алгоритма обработки телеметрические параметры раскладываются каждый в отдельный файл с именем, соответствующим параметру. В каждом файле содержится столбец со временем и значением параметра. Таким образом, получаем переработанную телеметрическую информацию, пригодную для обработки. Затем все параметры считываются, слова, содержащие в себе несколько параметров, разбираются автоматически по битам. Затем все зависит от того, какой итоговый документ необходимо получить [8].

С помощью данного ПО можно автоматически получить исходные данные для конструкторского бюро, акт испытаний ПЗ на автоматизированном цифровом комплексе, отчет по МС.

Каждый отчет имеет свои входные данные, которые необходимо разложить по соответствующим каталогам. Для составления этих документов необходим следующий перечень исходных данных:

1. ПЗ;
2. Телеметрия с комплексного стенда;
3. Протоколы МС всех режимов полета;
4. Циклограмма выведения аппарата;
5. Данные по доворотам гиростабилизированной платформы;
6. Телеметрия с автоматизированного цифрового комплекса;
7. Летная телеметрия.

Исходя из выбранного вида документа, программа автоматически формирует все необходимые для него составляющие (графики, таблицы, значения, расчеты и др.), а также соответствующие файлы «xml».

Конечный продукт

Интерфейс ПО содержит в себе все необходимые кнопки и поля для ввода данных. При работе с ПО необходимо выбрать тип документа, который нужно сформировать.

Исходя из этого, программа будет выполнять тот или иной сценарий анализа входных данных (рисунок 4).

Если необходимо сформировать «Исходные данные», то в ListBox надо выбрать соответствующее поле. После считывания телеметрии и ее обработки на выходе будет готовый документ.

Аналогично выбираются другие виды документов с дополнением на форме необходимых параметров.

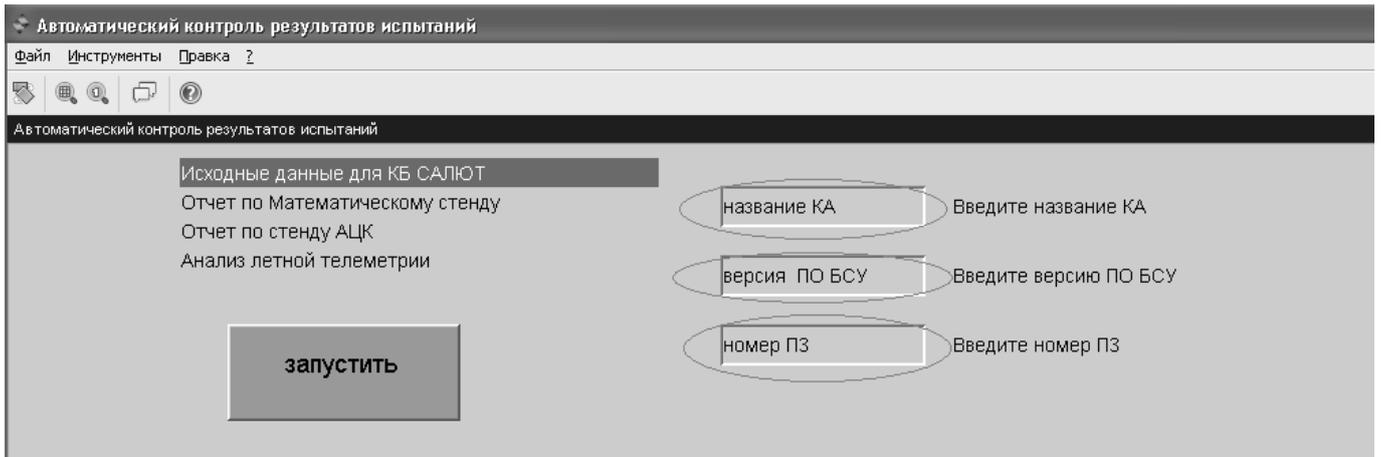


Рис. 4. Ввод входных параметров на форме при создании «Исходных данных»

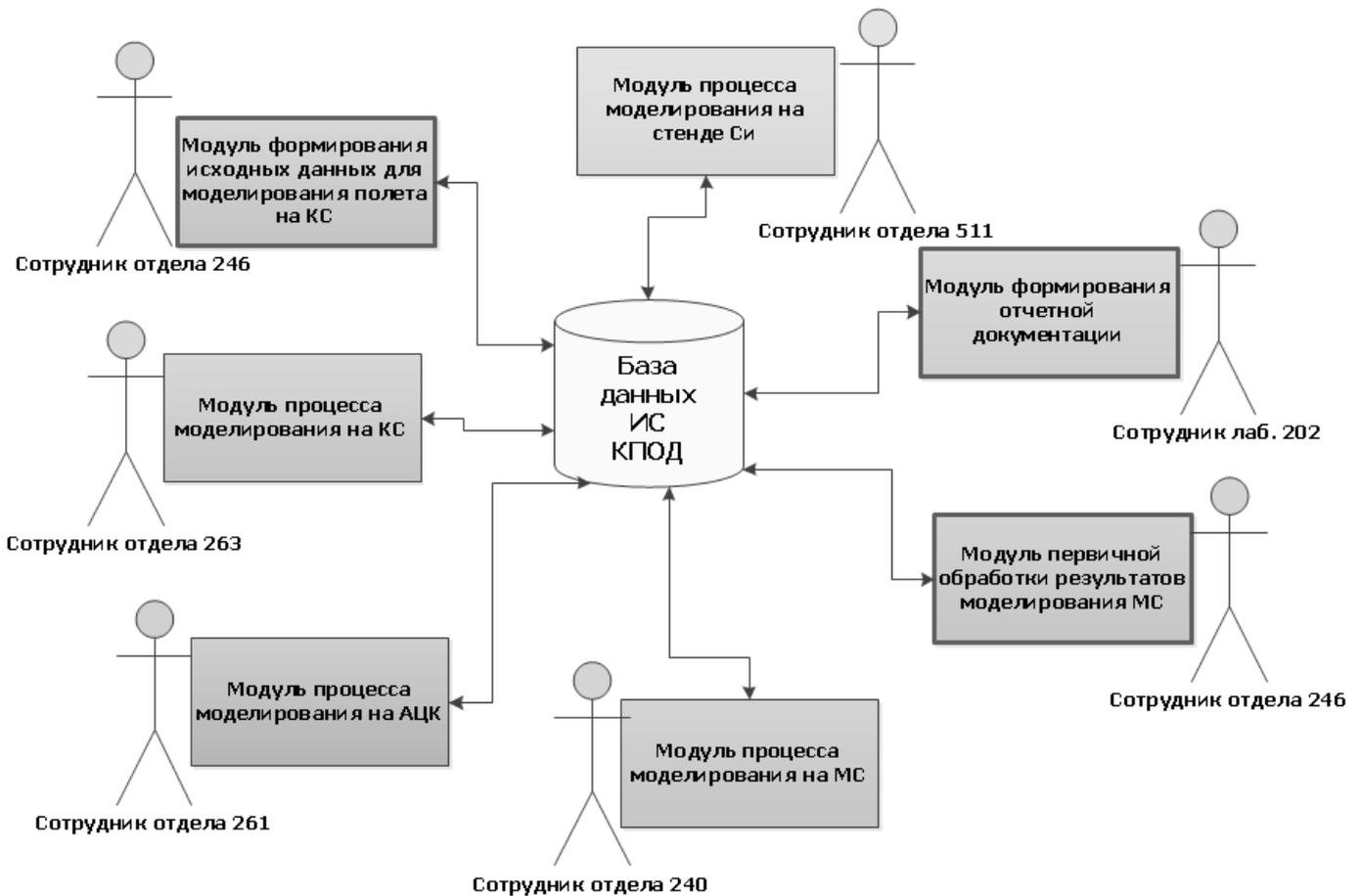


Рис. 5. Облик ИС корпоративной подготовки данных для моделирования полета РБ с КА

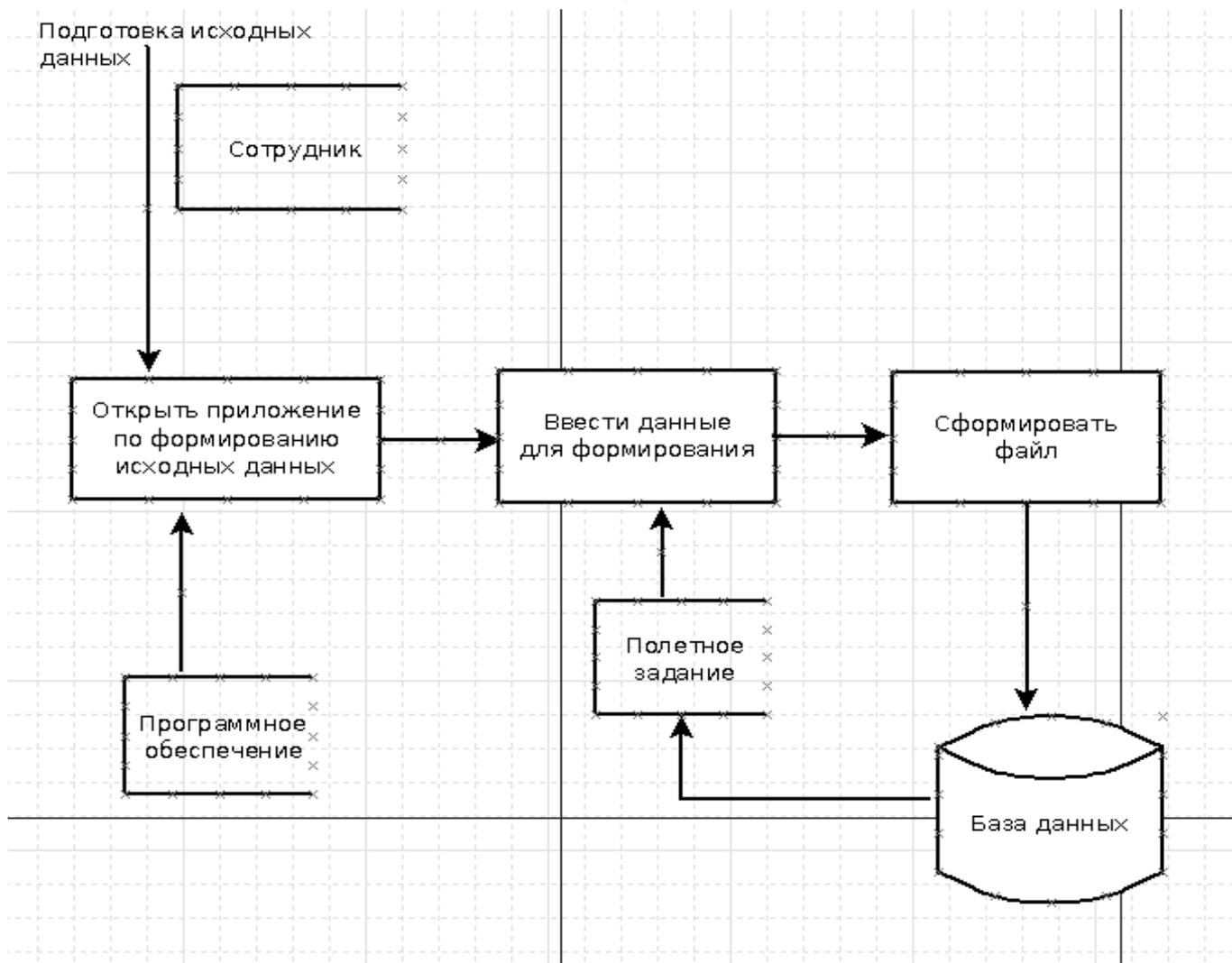


Рис. 6. Диаграмма процесса подготовки исходных данных

Проектирование информационной системы

По итогам анализа всего ПО, можно сделать вывод, что для формирования того или иного отчетного документа используются одни и те же по структуре входные данные на всех этапах подготовки к пуску РБ, а также подтверждается наличие автоматизированного ПО, необходимого для формирования этих файлов [9]. Таким образом, можно сделать вывод, что целесообразно объединить ПО и сформированные им данные в единую информационную систему (ИС) по хранению, обработке и передаче данных для моделирования полета РБ. Облик ИС представлен на рисунке 5.

Так как на предприятии введена в эксплуатацию ИС по обработке информации, связанной с КА, которые разрабатываются данной организацией, необходимо

доработать эту ИС и включить в нее модули по обработке данных для полета РБ, а также доработать имеющуюся базу данных для хранения результатов моделирования и специализированных исходных данных.

Для полноценной работы системы необходимо добавить следующие программные модули:

1. Модуль формирования исходных данных для моделирования полета на комплексном стенде, который будет содержать в себе необходимое ПО для формирования специализированных исходных данных;
2. Модуль обработки данных и моделирования полета, который будет содержать необходимое имитационное ПО и формировать результаты;
3. Модуль первичного анализа результатов моделирования на МС, который будет содержать в себе необходимое ПО.

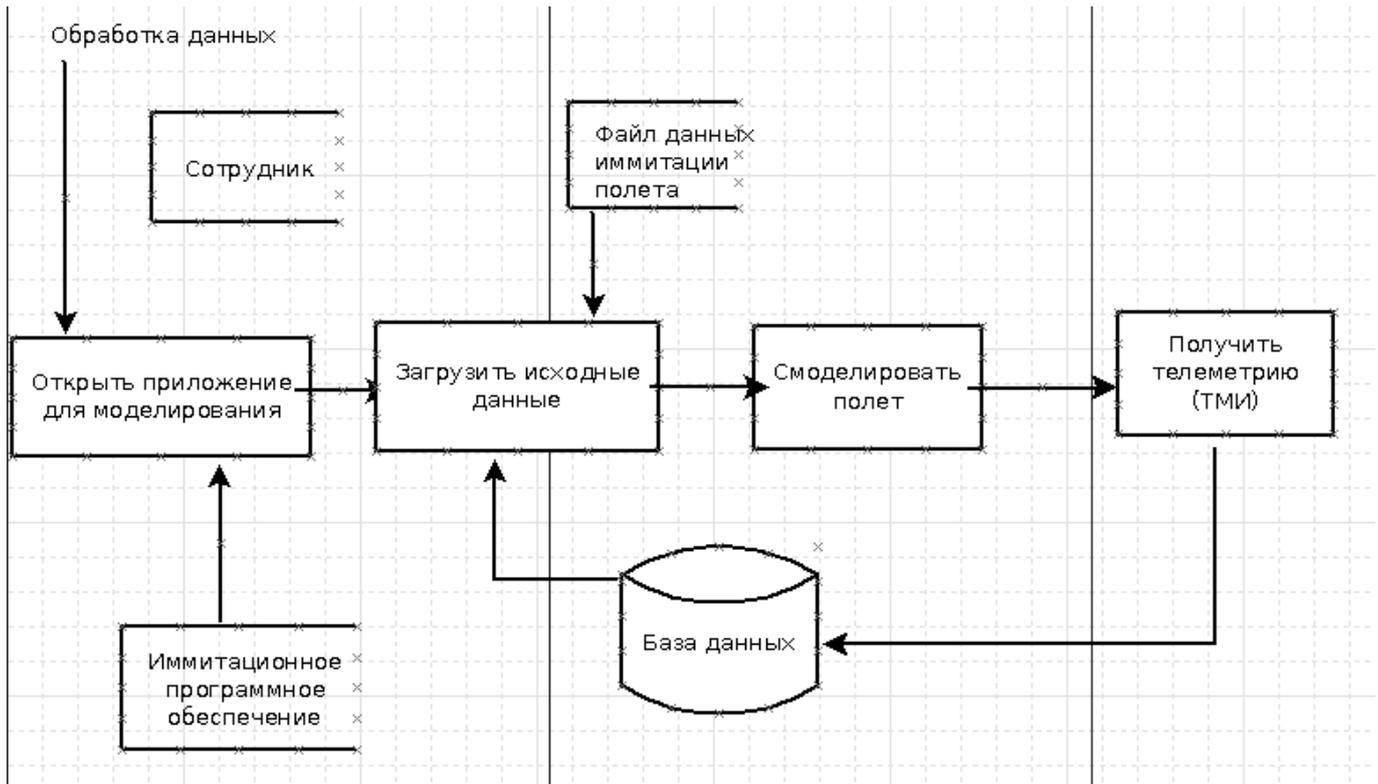


Рис. 7. Диаграмма процесса обработки данных

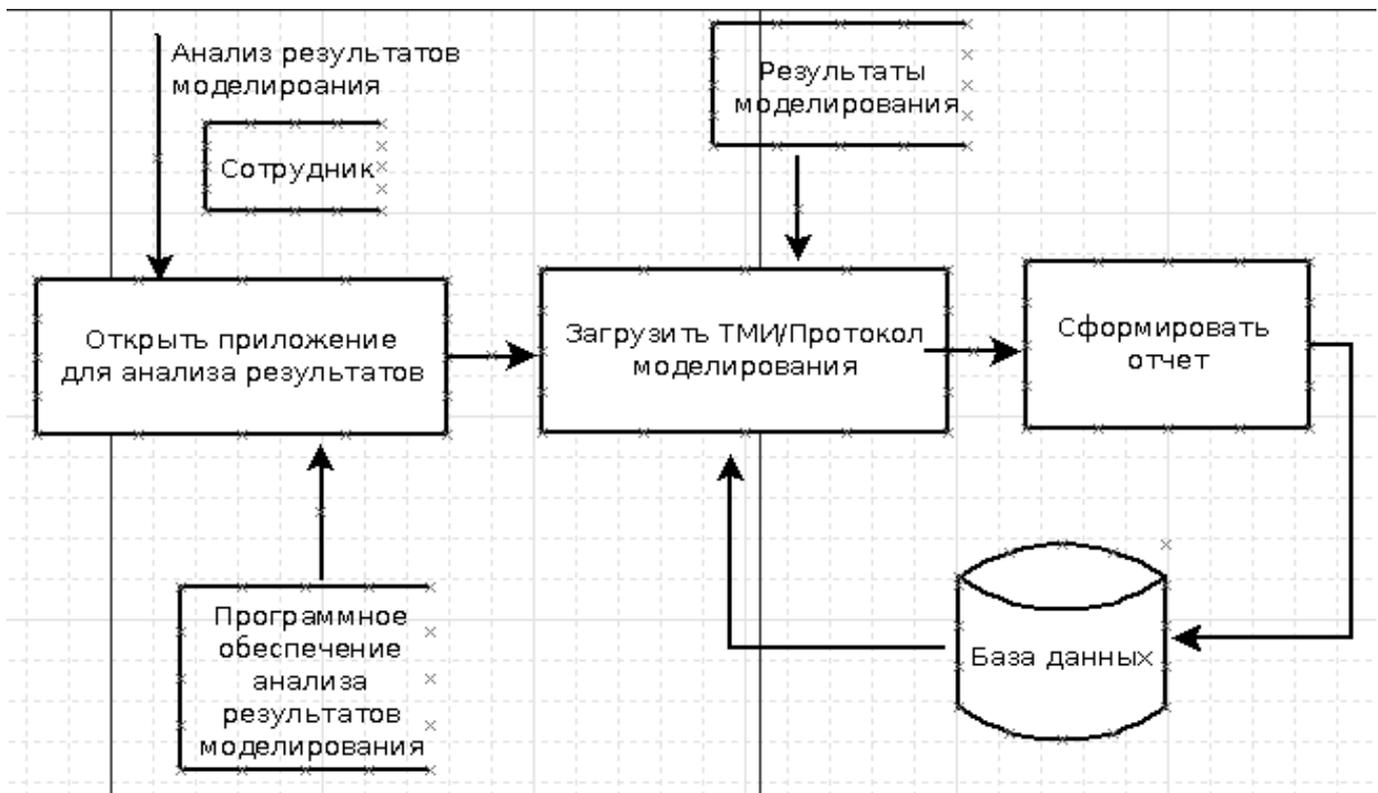


Рис. 8. Диаграмма процесса анализа результатов

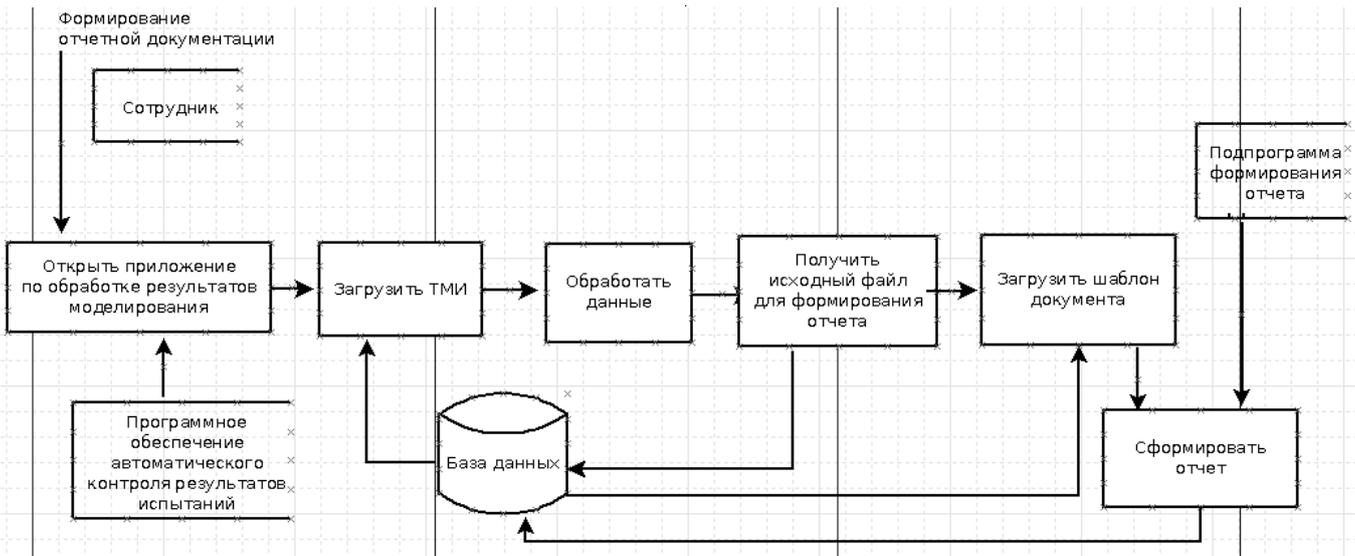


Рис. 9. Диаграмма процесса формирования отчетной документации

4. Модуль формирования отчетной документации, который будет содержать в себе необходимое ПО и шаблоны итоговых документов;
5. Также необходимо доработать базу данных для хранения исходных данных, результатов моделирования и отчетной документации [10].

Таким образом, диаграмма взаимодействия программных модулей между собой будет выглядеть следующим образом.

Из диаграммы видно, что на каждом этапе моделирования необходимо сохранять полученную информацию в базе данных. На этапе подготовки исходных данных в базу поступают специализированные файлы, необходимые для моделирования и формируемые для каждого пуска. На этапе обработки данных — это телеметрические файлы, которые получаются в результате моделирования. На этапе анализа — первичные отчеты по результатам моделирования и исходные данные для многочасового моделирования на стенде с РБ. И на этапе формирования отчетной документации — это итоговые отчеты по пуску, которые содержат в себе всю информацию об аппарате, схеме его выведения и о моделировании полета РБ, с данным КА.

На рисунке 6 представлена схема последовательных действий при работе с модулем подготовки исходных данных для моделирования на комплексном стенде.

При подготовке специализированных исходных данных сотрудник отдела на своем рабочем месте, имея необходимое ПО, обращается к базе данных, к информации, которая необходима ему для формирова-

ния. Сотрудник имеет определенные права доступа, которые распространяются только на файлы, которые необходимы сотруднику, как входные данные.

Далее, сформировав необходимые исходные данные для дальнейшей работы, сотрудник помещает их в базу данных.

На рисунке 7 представлена общая последовательность действий сотрудника при работе с любым из модулей обработки данных и моделирования полета РБ с КА в зависимости от стенда.

При моделировании сотрудник отдела в зависимости от типа моделирования на своем рабочем месте открывает соответствующее ПО. Загрузив в него исходные данные, а также имитационное ПО сотрудник запускает процесс моделирования. В зависимости от того на каком стенде происходит моделирование, сотрудник загружает соответствующие исходные данные для обработки, и на выходе получают соответствующие файлы телеметрической информации. В зависимости от вида моделирования и получившегося результата сотрудник загружает данные в базу данных для дальнейшей работы с ними.

На рисунке 8 представлена схема последовательности действий при работе с модулем первичного анализа результатов моделирования на МС.

При анализе результатов с использованием разработанного ПО сотрудник отдела загружает анализируемый файл. Файл анализируется и выдается первичный отчет о результатах моделирования, который пока-

зывает возможность дальнейшей обработки данных и формирования отчетной документации.

На рисунке 9 представлена схема последовательности действий сотрудника при работе с модулем формирования отчетных документов.

При формировании отчетной документации сотрудник лаборатории запускает соответствующее ПО, загружает исходные данные из базы данных и формирует все необходимые для отчета составляющие. ПО формирует исходный файл со всеми необходимыми параметрами, с путями к папкам, в которых лежат, сформированные картинки и графики. Затем сотрудник запускает подпрограмму формирования отчета, загружает в нее из базы данных шаблон необходимого отчета и формирует готовый документ.

Заключение

Исходя из результатов анализа предметной области и сформированных требований разработано ПО,

которое за счет автоматизации процессов значительно сокращает время, затрачиваемое на подготовку полета РБ, а также уменьшает вероятность ошибок за счет человеческого фактора. В наличии имеется необходимое ПО, которое преобразует входные файлы на каждом этапе моделирования и обеспечивает сотрудника необходимыми данными для дальнейшей работы.

Таким образом, из описания диаграмм процессов, можно сделать вывод, что принцип функционирования данной ИС заключается в последовательной обработке необходимых файлов на каждом этапе моделирования. В дальнейшем при переходе к непосредственной разработке ИС корпоративной подготовки и обработки данных для моделирования полета РБ с космическим аппаратом можно использовать данные схемы потоков данных при различных процессах. Разработка информационной системы позволит значительно упростить процесс подготовки к пуску РБ с КА за счет обеспечения передачи, хранения и обработки всех необходимых данных для моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелов Г.В., Ромашкова О.Н., Чан Т.А. Качество управления речевым трафиком в телекоммуникационных сетях // Москва, Радио и связь. 2001.
2. Gaidamaka Y.V., Romashkova O.N., Ponomareva L.A., Vasilyuk I.P. Application of information technology for the analysis of the rating of university // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings 8. Сер. "ITMM 2018 — Proceedings of the Selected Papers of the 8th International Conference "Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems"". 2018. С. 46–53.
3. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Применение инфокоммуникационных технологий для анализа показателей качества обучения образовательного комплекса // В сборнике: Технологии информационного общества. X Международная отраслевая научно-техническая конференция: сборник трудов. 2016. С. 388–389.
4. Кондратьева Л.А., Ромашкова О.Н. Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. М.: Маршрут, 2003. — 52 с.
5. Ромашкова О.Н., Фролов П.А. Технология расчета показателей прибыли и рентабельности в коммерческой организации // Фундаментальные исследования. 2016. № 4–1. С. 102–106.
6. Ермакова Т.Н., Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А. Модернизированная структура управления образовательной системой // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 6 (79). С. 84–91.
7. Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А., Василюк И.П. Линейное ранжирование показателей оценки деятельности вуза // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2018. Т. 14. № 1. С. 245–255.
8. Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А. Модель эффективного управления объединенной образовательной системой (структурой) // В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2017. С. 16–18.
9. Romashkova O.N., Belyakova A.V., Ponomareva L.A. Information model of data management in network online educational systems // В сборнике: Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2021. 2021. С. 2226–2229.
10. Romashkova O.N., Lomovtsev R.S., Ponomareva L.A. Automation of data storage structures intelligent generation about the activities of educational organizations // В сборнике: Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2021. 2021. С. 2230–2234.

© Рябогина Ирина Александровна (iren89@bk.ru), Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru),

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

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ СУММ ДЛЯ АЛГОРИТМА CRC В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗРЯДНОСТИ ПОРОЖДАЮЩЕГО ПОЛИНОМА

INVESTIGATION OF THE COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF GENERATING CHECKSUMS FOR THE CRC ALGORITHM DEPENDING ON THE WIDTH OF THE GENERATING POLYNOMIAL

O. Turdiev

Summary. Statement of the problem: The need to ensure the integrity of data transmitted in communication networks makes the issue of ensuring the formation of checksums actual. At the same time, it is advisable to reduce the complexity of algorithms for generating checksums to increase data integrity. The well-known CRC (Cyclic Redundancy Code) checksum generation algorithm has high computational complexity. The aim of the work is to perform search studies to substantiate the fundamental possibility of reducing the computational complexity of the algorithm for generating CRC checksums and searching for possible ways of practical implementation. The scientific novelty of the research lies in the fact that the first considers the computational complexity of the CRC algorithm depending on the generating polynomials and their bit width.

Keywords: computational complexity, generator polynomial, cyclic redundancy code, batch errors, erroneous bits, integrity.

Турдиев Одилжан Акрамович

Аспирант, ФГБОУ ВО «Петербургский
Государственный Университет Путей Сообщения
Александра I», г. Санкт-Петербург
odiljan.turdiev@mail.ru

Аннотация. Постановка задачи: Необходимость обеспечения целостности данных, передаваемых в сетях связи, актуализирует вопрос обеспечения формирования контрольных сумм. При этом целесообразно снижение сложности алгоритмов формирования контрольных сумм для повышения целостности данных. Известный алгоритм формирования контрольных сумм CRC (Cyclic Redundancy Code) обладает высокой вычислительной сложностью. Целью работы является выполнение поисковых исследований для обоснования принципиальной возможности снижения вычислительной сложности алгоритма формирования контрольных сумм CRC и поиска возможных путей практической реализации. Научная новизна исследования заключается в том, что в первые рассматривается вычислительная сложность алгоритма CRC в зависимости от порождающих полиномов и их разрядности.

Ключевые слова: вычислительная сложность, порождающий полином, циклический избыточный код, пакетные ошибки, ошибочные биты, целостность.

Введение

Одной из важных задач в современных сетях связи является обеспечение целостности данных. Наиболее распространенным алгоритмом определения целостности передаваемых данных является алгоритм вычисления циклического избыточного кода CRC (Cyclic Redundancy Check).

Алгоритм CRC основан на теории циклических кодов с исправлением ошибок. Этот алгоритм впервые предложен В.В. Петерсон и Д.Т. Бровн, в работе [1]. Алгоритм CRC вычисляет короткую двоичную последовательность, имеющую определенную неизменную длину, известную как контрольное значение или код алгоритма CRC. Контрольное значение CRC вычисляется для каждого отдельного блока данных, который должен быть передан по сети, и добавляется к блоку, образуя кодо-

вое слово. Когда кодовое слово принимается на приемной стороне выполняется одно из двух действий. Либо сравнивается принятое контрольное значение CRC со значением того CRC, которое формируется заново для передаваемых данных на приемной стороне, либо заново на приемной стороне формируется CRC для всего принятого кодового слова и сравнивается результирующее контрольное значение CRC с ожидаемой константой остатка. Если контрольные значения не совпадают, то передаваемые данные содержат ошибку и приемное устройство может предпринять действия по их коррекции, такие как повторное считывание блока или его повторная отправка.

Теоретические положения функционирования алгоритма CRC приведены в работах [2–5]. Предполагается, что когда блок данных и его контрольное CRC получены правильно, то для этого блока данных обеспечивается

Таблица 1. Популярные стандартизованные порождающие полиномы [9]

Название	Порождающие полиномы
CRC-4-TU	$x^4 + x + 1$ (ITU G.704)
CRC-5-EPC	$x^5 + x^3 + 1$ (Gen 2 RFID)
CRC-5-ITU	$x^5 + x^4 + x^2 + 1$ (ITU G.704)
CRC-5-USB	$x^5 + x^2 + 1$ (USB token packets)
CRC-6-ITU	$x^6 + x + 1$ (ITU G.704)
CRC-7	$x^7 + x^3 + 1$ (ITU-T G.707, ITU-T G.832, MMC, SD)
CRC-8-CCITT	$x^8 + x^2 + x + 1$ (ATM HEC), ISDN Header Error Control and Cell Delineation ITU-T I.432.1 (02/99)
CRC-8-Dallas/Maxim	$x^8 + x^5 + x^4 + 1$ (1-Wire bus)
CRC-8	$x^8 + x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1$ (ETSI EN302 307, 5.1.4)
CRC-8-SAE J1850	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$
CRC-10	$x^{10} + x^9 + x^5 + x^4 + x + 1$
CRC-11	$x^{11} + x^9 + x^8 + x^7 + x^2 + 1$ (FlexRay)
CRC-12	$x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1$ (системы телекоммуникации)
CRC-15-CAN	$x^{15} + x^{14} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^4 + x^3 + 1$
CRC-16-IBM	$x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$ (Bisync, Modbus, USB, ANSI X3.28,)
CRC-16-CCITT	$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ (X.25, HDLC, XMODEM, Bluetooth, SD и др.)
CRC-16-T10-DIF	$x^{16} + x^{15} + x^{11} + x^9 + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + 1$ (SCSI DIF)
CRC-16-DNP	$x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^5 + x^2 + 1$ (DNP, IEC870, M-Bus)
CRC-24	$x^{24} + x^{22} + x^{20} + x^{19} + x^{18} + x^{16} + x^{14} + x^{13} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 +$ (FlexRay)
CRC-24-Radix-64	$x^3 + x + 1$ $x^{24} + x^{23} + x^{18} + x^{17} + x^{14} + x^{11} + x^{10} + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x + 1$ (OpenPGP)
CRC-30	$x^{30} + x^{29} + x^{21} + x^{15} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^8 + x^7 + x^6 + x^2 + x + 1$ (CDMA)
CRC-32-IEEE802.3	$x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$ (V.42, MPEG-2, PNG, POSIX cksum)
CRC-32C (Castagnoli)	$x^{32} + x^{28} + x^{27} + x^{26} + x^{25} + x^{23} + x^{22} + x^{20} + x^{19} + x^{18} + x^{14} +$ $x^{13} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^6 + 1$
CRC-32K (Koopman)	$x^{32} + x^{28} + x^{27} + x^{26} + x^{25} + x^{23} + x^{22} + x^{20} + x^{19} + x^{18} + x^{14} + x^{13} +$ $x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^6 + 1$
CRC-32Q	$x^{32} + x^{31} + x^{24} + x^{22} + x^{16} + x^{14} + x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x + 1$

Таблица 1 (продолжение). Популярные стандартизованные порождающие полиномы [9]

Название	Порождающие полиномы
CRC-64-ISO	$x^{64} + x^4 + x^3 + x + 1$ (HDLC — ISO 3309)
CRC-64-ECMA	$x^{64} + x^{62} + x^{57} + x^{55} + x^{54} + x^{53} + x^{52} + x^{47} + x^{46} + x^{45} + x^{40} + x^{39} + x^{38} + x^{37} + x^{35} + x^{33} + x^{32} + x^{31} + x^{29} + x^{27} + x^{24} + x^{23} + x^{22} + x^{21} + x^{19} + x^{17} + x^{13} + x^{12} + x^{10} + x^9 + x^7 + x^4 + x + 1$

10011011	00110011	11110000	01010101
+ 11001010	+ 11001101	+ 10100110	+ 10101111
-----	-----	-----	-----
01010001	11111110	01010110	11111010

Рис. 1. Деление полиномов выполняется в двоичной системе, с той разницей, что вычитание выполняется по модулю 2.

целостность. Процесс формирования и проверки CRC может быть достаточно трудоемким, при использовании сетевых устройств с низким быстродействием или высокой интенсивностью переданы данных. В связи с этим снижение вычислительной сложности алгоритма CRC является актуальной научно-практической задачей.

Кроме того, в реальных условиях передачи, на канал связи могут воздействовать различного рода помехи, проявляющиеся в исследуемом процессе в виде ошибочных бит, которые приводят к нарушению целостности данных [6]. В работе В.В. Яковлева [7] предложен выбор порождающего полинома для увеличения вероятности распознавания ошибок при формировании контрольных сумм в передаваемых данных.

Обобщая вышесказанное, можно отметить что целью работы является выполнение поисковых исследований для обоснования принципиальной возможности и возможных путей снижения вычислительной сложности алгоритма формирования контрольных сумм CRC, используемого для контроля целостности передаваемых данных.

Для поиска путей снижения вычислительной сложности в работе впервые проведено исследование вычислительной сложности формирования контрольных сумм CRC в зависимости от различных порождающих полиномов и их разрядности. Для оценки вычислительной сложности CRC в работе выполнено моделирование процесса передачи двоичных данных по симметричному каналу.

Основные понятия и характеристики CRC-кодов

Циклические избыточные коды CRC являются подклассом блочных кодов и применяются в протоколах HDLC, Token Ring, Token Bus, в семействах протоколов Ethernet и других протоколах канального уровня [8]. Под вычислительными ресурсами понимается память, мощность процессора, а также количество регистров сдвига. Одним из способов представления циклического кода является его представление в виде порождающего полинома — множества всех полиномов степени $(r-код-1)$, содержащих в качестве общего множителя некоторый фиксированный полином $G(x)$. Полином $G(x)$ называется порождающим полиномом кода. Например, $x^4 + x + 1$, здесь $r-код = 5$, поскольку двоичная последовательность выглядит как 10011. Стандартизованные и рекомендованные порождающие полиномы для алгоритма CRC приведены в таблице 1, где показаны название стандарта и порождающий полином: например, запись $x^4 + x + 1$ эквивалентна $1 \cdot x^4 + 0 \cdot x^3 + 0 \cdot x^2 + 1 \cdot x + 1 \cdot x^0 = 10011$ (в двоичном виде).

Значение результата реализации алгоритма CRC есть остаток от деления двоичной последовательности $M(x)$, соответствующей входным данным, на порождающую двоичную последовательность $G(x)$ степени r .

Каждой конечной последовательности битов взаимно однозначно ставится в соответствие двоичный полином, последовательность коэффициентов которого представляет собой исходную последовательность. На-

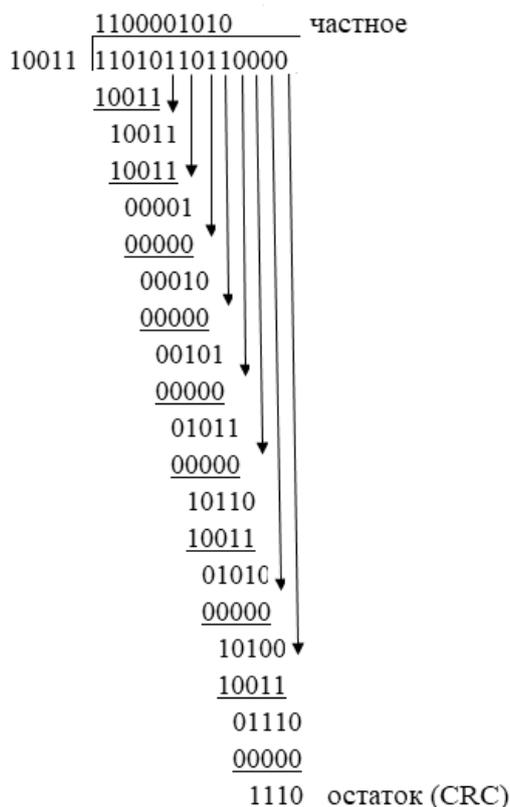


Рис. 2. CRC кодовое слова (передаваемый кадр) — 1101011011110 [13–15].

пример, последовательности битов 1011010 соответствует двоичный полином,

$$M(x) = 1 \cdot x^6 + 0 \cdot x^5 + 1 \cdot x^4 + 1 \cdot x^3 + 0 \cdot x^2 + 1 \cdot x^1 + 0 \cdot x^0 =$$

$$= x^6 + x^4 + x^3 + x.$$

Рассмотрим примеры, в которых сложение и вычитание выполняются без переноса разрядов в соответствии с операцией «исключающее ИЛИ», что соответствует сложению по модулю 2 двоичной арифметики, пример показано на рис. 1.

Использование полиномиальных кодов при передаче заключается в следующем. Отправитель и получатель заранее выбирают одинаковый генераторный полином $G(x)$, у которого коэффициенты при старшем члене и при младшем члене должны быть равны 1. При вычислении контрольных сумм блока размером m бит, должно соблюдаться следующий условия $m > r$. Далее, реализуя алгоритм вычисления CRC, отправитель прибавляет контрольную сумму к передаваемому блоку, рассматриваемому как полином $M(x)$, так чтобы передаваемый блок с контрольной суммой был кратен $G(x)$. Когда получатель получает блок с контрольной суммой, он делит его на $G(x)$. Если образуется ненуле-

вой остаток, то это свидетельствует о возникновении ошибки при передаче [10,11].

Алгоритм вычисления контрольной суммы:

1. Добавить r нулей в конец блока так, чтобы он содержал $m + r$ разрядов, в результате этого получится полином $x^r M(x)$.
2. Разделить по модулю 2 полином $x^r M(x)$ на $G(x)$, частное игнорируется.
3. Вычесть по модулю 2 остаток (его длина не превышает r разрядов) из строки, соответствующей $x^r M(x)$. Полученный результат и есть блок с контрольной суммой.

В настоящее время в большинстве сетевых технологии наиболее часто используются три следующих вида порождающих полиномов $G(x)$ [12]:

$$\text{CRC-12} = x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1$$

$$\text{CRC-16-IBM} = x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$$

$$\text{CRC-16-CCITT} = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

CRC-12 используется для передачи символов из 6 разрядов. Два остальных — для 8 разрядных. CRC-16

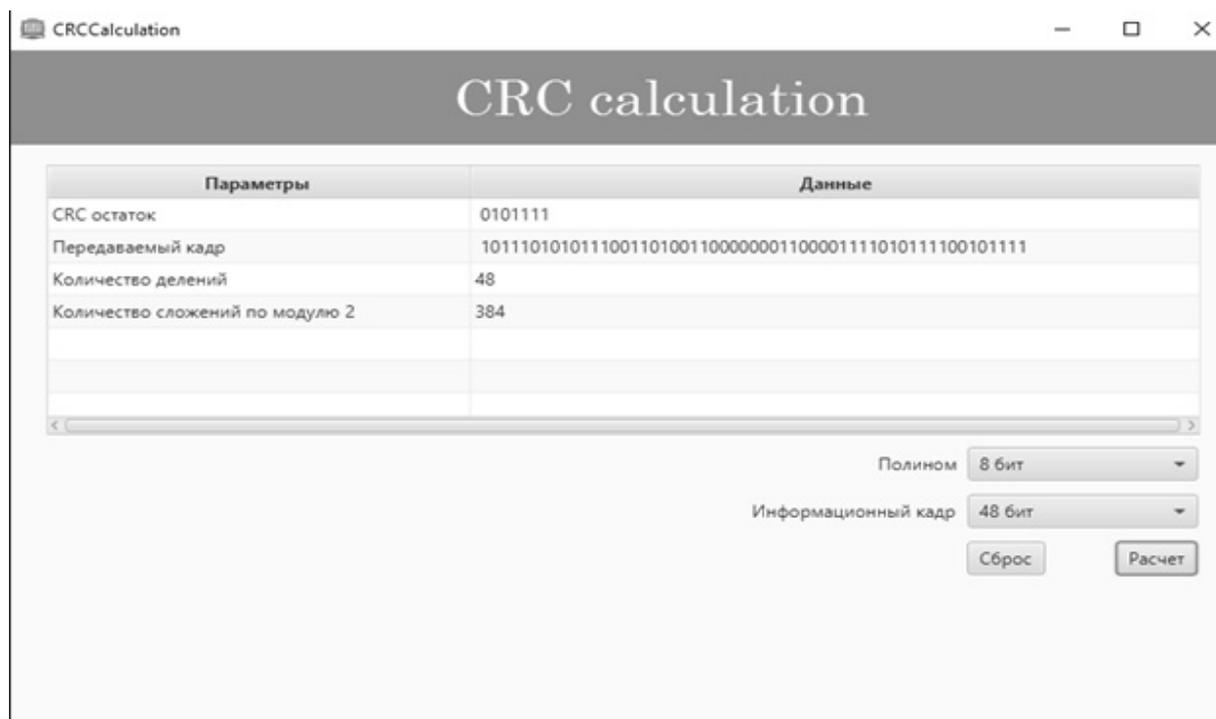


Рис. 3. CRC calculation

и CRC–CCITT обнаруживают все одиночные и все двойные ошибки, нечетное число изолированных ошибок, одиночные пакеты ошибок длиной не более 16 и многие пакетные ошибки длиной более 16 с вероятностью 99,97%.

После ознакомления с основными понятиями и характеристиками CRC кодов рассмотрим пример вычисления остатка циклических избыточных кодов и оценим вычислительную сложность этого процесса.

Пример вычисления остатка для построения CRC кодового слова и оценки вычислительной сложности

Вычисление CRC, детально показано на рис. 2, где:
Информационный кадр — 1101011011
Генераторный полином — 10011
Кадр с дополнительными нулями — 11010110110000

Таким образом, пример показывает, что при генераторном полиноме CRC-4-TU (10011) и битовой длине информационного кадра, равной 10 бит, требуется 10 делений и 50 сложений по модулю 2. В общем случае неочевидна зависимость между вычислительной сложностью (число сложений и делений), размером порождающего полинома и размером информационного полинома.

Для наилучшего представления о числе делений и сложений в алгоритме CRC с различными генератор-

ными полиномами и информационными кадрами, создано программное обеспечение для оценки вычислительной сложности алгоритма CRC.

Программа для оценки вычислительной сложности алгоритма CRC

Программа предназначена для оценки сложности алгоритма CRC по разрядностям полинома с использованием метода контрольной суммы CRC, который приведен в *примере циклических избыточных кодов*. С помощью оценки сложности реализации алгоритма CRC путем выполнения сложений по разрядностям полинома получаем примерное количество сложений (сдвиг в ячейки). Это исследование открывает возможные пути снижения вычислительной сложности алгоритма формирования контрольных сумм CRC, используемого для контроля целостности передаваемых данных [16,17].

Для рассматриваемого способа генерации CRC написано приложение «CRC calculation» на языке Java, представленное в приложении 1, позволяющее для задаваемого пользователем размера кадра и порождающего полинома оценить требуемое число операций сложений и делений для получения итоговой контрольной CRC-суммы. Для написания приложения использована библиотека javaFX. Из состава этой библиотеки ис-

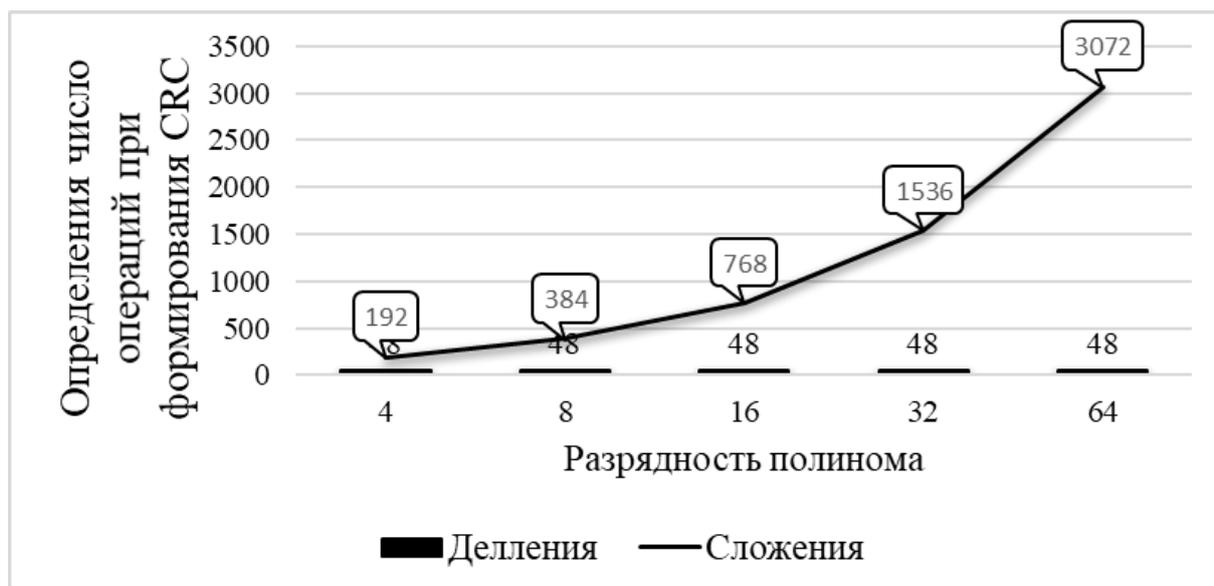


Рис. 4. Результаты оценки вычислительной сложности алгоритма формирования CRC

пользованы классы CRC и TableData. В классе CRC есть три операции:

1. Операция (calculation) — в нем выполняется вычисление кода CRC.
2. Операция (initialize).
3. Операция (xor).

Операция initialize обрабатывает массив битовой последовательности и передает его таблице, операция xor эмулирует операции логическое сложение разрядов входного кода и CRC кода на вход и подаёт два параметра X и Y — двоичные код, 1 и 1, или 1 и 0, или 0 и 1, или 0 и 0.

Далее генерируется полином определенной разрядности и в методе calculation вычисляется CRC код.

Программа имитирует процесс передачи данных между источником и приемником (рис. 3), а также обеспечивает выполнение следующих функций:

1. Задание исходных данных в указанной таблице («полином» и «информационный кадр», рис. 3) создает генератор чисел, использующий уникальное начальное число.
2. Расчет исходных данных отображается в программном окошке (кнопка «Расчет», рис. 3).
3. В результате исходных данных реализуется подсчет количества сложений и формирования контрольных сумм CRC циклических избыточных кодов (поле «параметры и данные», рис. 3).
4. Дополнительно на усмотрение пользователя можно произвести сброс и начать расчет заново (кнопка «Сброс», рис. 3).

После выполнения имитационного моделирования процесса расчета данных заново производится расчет числа сложения алгоритма контрольных сумм CRC циклических избыточных кодов, которые впоследствии сравниваются с ранее рассчитанными для выявления факта расчёта сложения алгоритма контрольных сумм, передаваемых данных (рис. 3); поле «CRC calculation».

Анализ результатов оценки вычислительной сложности алгоритма CRC

Расчет числа сложений, являющийся одной из важных составляющих алгоритма CRC, производится в соответствии с формулой 1. Отметим, что значение, полученное в результате вычислений, не должно быть малым, так как это приведет к необходимости повторной передачи данных. В этом случае алгоритм передачи выполняется повторно, что приводит к вторичным расчетам. Полиномы выбираются так, чтобы не возникло простоев в каналах передачи данных.

Расчет числа сложений имеет вида проводится по формуле:

$$R = (P \cdot N) \bmod 2, \quad (1)$$

здесь R — число операций сложений по модулю 2;
 P — размер пакета;
 N — разрядность полинома.

Рассмотрим пример, при котором разрядность 8 полинома имеет 48 делений, поэтому число сложений

по формуле (1) $R = 48 \cdot 8 = 384$. Результаты оценки вычислительной сложности алгоритма формирования CRC, выраженная в числе операций показаны с помощью графика на рис. 4 и подтверждены имитационной моделью.

Заключение

В статье исследован вычислительный алгоритм CRC. Показано, что при увеличении количества разрядов порождающих полиномов увеличивается число операций, при этом число операций деления остаётся неизменным. При увеличении количества разрядов и операций деления порождающие полиномы остаются неизменными, однако увеличивается число сложений.

Показано, что возможным путем снижения вычислительной сложности алгоритма формирования контрольных сумм CRC, используемого для контроля целостности передаваемых данных, является уменьшение числа операций сложения при сохранении количества операций деления в рассматриваемом алгоритме.

В результате проведенной работы на основании исследований порождающих полиномов и числа операций деления получено выражение для расчёта числа операций сложения. Результаты исследования открывают путь для дальнейшего исследования по снижению вычислительной сложности операции циклически избыточный кодов.

ЛИТЕРАТУРА

- Peterson, W.W. and Brown, D.T. (January 1961). "Cyclic Codes for Error Detection". Proceedings of the IRE49: 228.
- Ritter, Terry (February 1986). "The Great CRC Mystery". Dr. Dobbs's Journal 11 (2): 26–34, 76–83. <http://www.ciphersbyritter.com/ARTS/CRCMYST.HTM>. Retrieved 21 May 2009.
- N. Cam-Winget, Nancy; R. Housley, Russ; D. Wagner, David; J. Walker, Jesse (May 2003). "Security Flaws in 802.11 Data Link Protocols". Communications of the ACM 46 (5): 35–39.
- Stigge, Martin; Plötz, Henryk; Müller, Wolf; Redlich, Jens-Peter (May 2006). Reversing CRC — Theory and Practice (http://sar.informatik.hu-berlin.de/research/publications/SAR-PR-2006-05/SAR-PR-2006-05_.pdf). Berlin: Humboldt University Berlin. p. 17. Retrieved 4 February 2011
- Anachriz (30 April 1999). "CRC and how to Reverse it" Retrieved 21 January 2010. Online essay with example x86 assembly code.
- "Eurocontrol — FAQ: Technologies" (http://www.eurocontrol.int/aim/public/faq/chain_faq3.html). European Organisation for the Safety of Air Navigation. 29 April 2009.
- Яковлев В.В., Федоров Р.Ф. Стохастические вычислительные машины. Л., «Машиностроение», 1974,
- Ross N. Williams Элементарное руководство по CRC — алгоритмам обнаружения ошибок. Copyright (C) Ross Williams, 1993
- Циклический избыточный код [Электронный ресурс]. — Страница в интернете. — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Циклический_избыточный_код, свободный
- Яковлев В.В. Оценка влияния помех на производительность протоколов канального уровня / В.В. Яковлев, Ф.И. Кушназаров // Изв. Петерб. гос. ун-та путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2015. — Вып. 1 (42). — С. 133–138.
- Halsall F. Fifth edition, computer networks and the Internet / F. Halsall. — Addison-Wesley: Pearson Education, 2005. 803 p.
- Lin S. and Costello D.J. Jr. Error Control Coding: Fundamentals and Applications. Prentice-Hall, Inc., EnglewoodCliffs, N. J., 1983.
- Halsall F. Data communications, computer networks and open systems / F. Halsall. — Addison-Wesley: Pearson Education, 1996. 907 p.
- Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. СПб.: Питер, 2008. 958 с.
- А. Ромашенко, А. Румянцев, А. Шень. Заметки по теории кодирования. |2-е изд., испр. и доп. | М.: МЦНМО, 2017. |88 с. ISBN978-5-4439-0689-8
- Турдиев О.А., Яковлев В.В., Клименко С.В., Болтаев А.Х. Исследование формирования блоковой контрольной суммы (BCC) передаваемых данных. Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Выпуск № 6 2019 года.
- Турдиев О.А., Клименко С.В., Тухтаходжаев А.Б. Оценки эффективности обнаружения ошибок контрольного суммирования (CRC) передаваемых данных Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Выпуск № 8 2019 года.

© Турдиев Одилжан Акрамович (odiljan.turdiev@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

MODERN APPROACHES TO THE PROBLEM OF MANAGING THE PEDAGOGICAL PROCESS OF AN EDUCATIONAL ORGANIZATION USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

**T. Khashirova
F. Malukhova
E. Edgulova
R. Gurfova**

Summary. The article discusses modern approaches to the problem of management of the pedagogical process of an educational organization using information and communication technologies. The essence of the management of the pedagogical process of an educational organization is revealed, which is a purposeful activity of school leaders and teachers, ensuring the ordering of the holistic pedagogical process and the transfer of the entire management system to a qualitatively new state.

Keywords: information and communication technologies, information space, pedagogical process, pedagogical process management.

Хаширова Татьяна Юрьевна

*Д.т.н., Кабардино-Балкарский государственный университет, Нальчик
khashirova@mail.ru*

Малухова Фатима Владимировна

*К.п.н., Кабардино-Балкарский государственный университет, Нальчик
fmalukhova@bk.ru*

Эдгулова Елизавета Каральбиевна

*К.ф.-м.н., Кабардино-Балкарский государственный университет, Нальчик
ermolaeva-07@yandex.ru*

Гурфова Рита Ваноевна

*К.э.н., Кабардино-Балкарский государственный университет, Нальчик
guruinform1961@yandex.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к проблеме управления педагогическим процессом образовательной организации с использованием информационно-коммуникационных технологий. Раскрывается сущность управления педагогическим процессом образовательной организацией, которая представляет собой целенаправленную деятельность руководителей и педагогов школы, обеспечивающую упорядоченность целостного педагогического процесса и перевод всей системы управления в качественно новое состояние.

Ключевые слова: информационно-коммуникационных технологии, информационное пространство, педагогический процесс, управление педагогическим процессом.

Реалии современной действительности ставят перед педагогическим сообществом все новые задачи, направленные на модернизацию системы образования. Решение данной проблемы выходит на вопросы связанные как с подготовкой педагогических кадров, так и внедрение в практику новейших научно-педагогических технологий и достижений в области управления образовательными системами.

Появление информационных технологий в управлении образованием связано с глобальным процессом, охватившим современный мир — информатизацией

общества. В связи с этим происходят изменения в таких процессах как сбор, накопление, обработка, хранение, передача и использование информации, что приводит к качественному изменению жизни. Практически все функционирующие образовательные системы строятся на основе телекоммуникационных систем и ресурсных центров. Задачи информационных технологий в управлении образованием по мнению Зверевой Е.Н. и Харионовой О.В. заключается в повышении надежности образования и образовательной среды. Стремительное развитие технологизации образовательного процесса, насыщение его средствами информационно-коммуни-

кационных технологий (ИКТ), интернет-технологиями, приводят к изменениям образовательной среды, образовательной практики [2].

Как отмечает Микерова Г.Г., использование информационных технологий способствует улучшению качества и уровня жизни граждан страны, повышает конкурентоспособность российской экономики, интеграции экономики России в мировую экономическую систему; является мощным инструментом государственного управления и местного самоуправления. Развитие процесса информатизации образования связано с формированием системы непрерывного образования, созданием единого образовательного пространства, активным использованием новейших средств, методов и методик обучения, с ориентацией на широкое использование информационных технологий, созданием системы опережающего образования [14].

Возникновение информационного пространства влечет за собой, соответственно, появление новой управленческой среды, ориентированной на использование сетевых технологий, глобальной и локальной сетей, на ресурсные центры в этой сети и сетевые технологии управления. Управленческая деятельность современных руководителей образовательных учреждений строится на анализе информации, контроле и как результат принятии решения. Использование информационно-коммуникационных технологий в управлении образованием повышает оперативность и качество принимаемых управленческих решений, позволяет уменьшить использование безбумажных носителей. Все перечисленное способствует повышению эффективности обработки и представления необходимого материала и, как следствие, росту профессионального мастерства руководителей, [1].

Информатизация общества — это глобальный социальный процесс, особенностью которого являются сбор, накопление, обработка, хранение, передача и использование информации, производимые с помощью современных средств микропроцессорной и вычислительной техники, а также на основе разнообразных способов информационного обмена [6].

Как отмечалось выше, информатизация образования связана и с проблемой управления развитием образовательного учреждения. При решении новых задач и целевых установок, реализации проектов происходит изменение организационной структуры управления образовательного учреждения, появляются новые субъекты, функциональные обязанности и права, связи и отношения. И именно организационная структура формирует саму информационную модель управления развитием образовательного учреждения. Как прави-

ло, организационная структура управления включает элементы линейно-функционального типа, ответственные за обслуживание стабильного функционирования, и более гибкие элементы (дизайн, программа и целевой тип), чтобы управлять инновациями, поэтому эта структура более сложная. Эффективность процесса управления зависит от диапазона управления, который связан с числом должностных лиц, непосредственно подчиненных руководителю, и варьируется в различных условиях. Уровень управления, характер выполняемых задач, характеристики подчиненных и способности руководителя — все эти составляющие играют роль в определении количества людей, непосредственно и эффективно контролируемых руководителем [3].

Показателем информатизации является включение ИКТ. Анализ литературы показал, что существует множество подходов к понятию информации, информационно-коммуникационных технологий. Так, под «информацией» понимаются все те сведения, которые снижают уровень неопределенности знания о каком-либо объекте.

Пантелейко Г.И. трактует понятие «информационная технология», как система приемов изменения информации с целью ее формирования, систематизации, переработки, распространения и использования [10]. По мнению Е.И. Апольских, В.Н. Подковыровой, Д.П. Тевса, М.В. Афонинной, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) — это «широкий спектр цифровых технологий, используемых для создания, передачи и распространения информации и оказания услуг (компьютерное оборудование, программное обеспечение, телефонные линии, сотовая связь, электронная почта, сотовые и спутниковые технологии, сети беспроводной и кабельной связи, мультимедийные средства, а также Интернет)» [15].

В литературе существует термин «информационные образовательные технологии» (ИОТ). В своих трудах В. Кинелев трактует данное понятие как компьютерные технологии обучения, при применении которых основными носителями знаний и средствами контроля их усвоения являются специальные программы — программно-педагогические средства (ППС), в основу которых входят современные приемы обработки информации (получение, переработка, передача) [4].

По мнению И.А. Фурсевич, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) — это технологии, в основе которых лежит использование компьютера, системы Интернет и разнообразных компьютерных приложений [16]. Полат Е.С. в своих трудах ИКТ называет компьютерными телекоммуникациями [11].

Следующий подход к понятию информационно — коммуникационных технологий представлен в работах А.В. Демуровой. Автор к интернет-коммуникационным технологиям относит технологии, применяя которые современное общество поднимается на новую ступень общения в виртуальном пространстве [13]. В работе Л.А. Новиковой мы встречаем термин телекоммуникационные технологии (ТКТ) — это сетевые технологии, использующие глобальную сеть Интернет в синхронном и асинхронном режимах времени с целью формирования межкультурной компетентности [9].

Средства ИКТ принято подразделять на две большие группы:

- ◆ аппаратные (компьютер, принтер, МФУ, проектор и т.д.);
- ◆ программные (источники информации, виртуальные конструкторы, тренажеры и т.д.).

Рассмотрим еще одну классификацию средств образовательных ИКТ, представленную Луценко Е.В.:

1. Обучающие средства ИКТ: средства, с помощью которых обучающимся сообщают новые знания, формируют необходимые умения.
2. Тренажеры: используют для закрепления пройденного материала, отработки умений и навыков.
3. Информационно-поисковые и справочные: предназначены для сбора и систематизации нужной информации.
4. Демонстрационные средства: используются для визуализации изучаемого материала.
5. Имитационные: представляют определенный аспект реальности для изучения его структурных характеристик.
6. Лабораторные: позволяют проводить различные удаленные эксперименты.
7. Моделирующие: используют для моделирования объектов с последующим их изучением.
8. Расчетные средства: предназначены для автоматизации расчетов и сложных операций.
9. Учебно-игровые: предназначены для обучения и развития обучающихся в игровой форме [7].

Активное использование ИКТ стало частью воспитательно-образовательного процесса и не исключает применение традиционных методов обучения и воспитания, а гармонично сочетаются с ними.

Полехова Е.В. отмечает, что объемы информационных ресурсов растут с каждым годом, и в настоящее время современные технологии значительно расширяют потенциал педагогов и родителей в области раннего воспитания и обучения детей, способствуют более полной и успешной реализации развития способностей

ребенка. Использование ИКТ способствует развитию познавательных процессов, в частности, наглядно-образного мышления, исследовательских способностей, познавательной, творческой активности детей [16].

К аппаратным средствам ИКТ относятся:

- ◆ локальная компьютерная сеть с выходом в Интернет или wi-fi;
- ◆ переносные USB устройства, CD, DVD;
- ◆ мультимедийный проектор;
- ◆ МФПУ (много функциональные печатающие устройства);
- ◆ интерактивная доска;
- ◆ музыкальный центр;
- ◆ фотоаппарат и видеокамера.

Программная часть средств ИКТ заключается в установлении программного обеспечения на все компьютеры школы, создание сайта образовательной организации [13].

Сайт — это «лицо» образовательной организации. На сайте отражаются общие сведения о образовательном учреждении, педагогический состав, его квалификация, используемые методики, полезная информация для родителей и т.д. ИКТ повышают результативность взаимодействия педагогического коллектива и родителей. Наличие у школы собственного сайта, электронной информационной доски дает возможность родителям быть в курсе жизни школы, регулярно получать важную информацию, сведения о проводимых мероприятиях, праздниках.

С внедрением ИКТ дидактический компонент образовательной среды пополняется медиатекой, тематическими презентациями, дидактическими материалами и т.д. Это дает возможность педагогам, используя компьютерные слайды, презентации, клипы в процессе обучения детей делать занятия более увлекательными, насыщенными и результативными.

Внедрение ИКТ предъявляет новые требования к педагогам, к их профессиональной компетентности, в частности, к ИКТ- компетентности. Решение данной проблемы в условиях информатизации образования требует переподготовки педагогических кадров согласно требованиям «Профессионального стандарта педагога».

Обобщая вышесказанное, следует отметить, что под ИКТ-компетентностью педагога понимается его способность и готовность организовывать свою профессионально-педагогическую деятельность с использованием средств информационных и коммуникационных технологий; осуществлять информационное взаимо-

действие между всеми субъектами образовательного процесса [5]. В зависимости от уровня сформированности ИКТ-компетентности выделяют следующие уровни: базовый, общий, профессиональный. Таким образом,

современные технологии являются многофункциональным механизмом современного образовательного процесса, выступая методом и средством для решения образовательных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грязнова Е.В. Управление образованием на муниципальном уровне: проблемы и перспективы // *ВВ: Административное право и практика администрирования*. — 2015. — № 6. — С. 10–21. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=18435
2. Зверева Е.Н., Харитонов О.В. ИКТ как эффективный инструмент в современной системе образования // *Статистика и экономика*. — 2015. — № 3. — С. 3–5. — URL: <https://cyberleninka.ru>.
3. Зозуля Т. Норма управляемости — основной показатель успешной организации [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://fb.ru/article> (дата обращения: 01.10.2019).
4. Кинелев, В. Использование информационных и коммуникационных технологий в среднем образовании [Текст] / В. Кинелев, П. Коммерс. — М.: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2005. — 24 с.
5. Круподерова, Е.П. ИКТ-компетентность педагога и принципы ее формирования [Текст] / Е.П. Круподерова // *Использование информационных технологий в процессе профессиональной подготовки специалистов: Труды IV Межвузовской научно-практической конференции преподавателей, ученых, специалистов, аспирантов, студентов вузов, Нижний Новгород, 15 ноября 2006 г.* — Н. Новгород: ВГИПУ, 2006. — С. 89–93.
6. Лукашов Н.В. Институциональные парадоксы информатизации государственного и муниципального управления в современной России // *Актуальные проблемы экономики и права*. — 2015. — № 2. — С. 83–91.
7. Луценко Е.В., Лойко В.И., Лаптев В.Н. Современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности и образовании: учебное пособие, Краснодар, 2017. — 450 с.
8. Малухова Ф.В., Хаширова Т.Ю., Эдгулова Е.К., Сохов Р.А. Электронный словарь «Русско-кабардинский музыкальный словарь». Свидетельство о регистрации базы данных 2021621936, 10.09.2021. Заявка № 2021621716 от 24.08.2021.
9. Малухова Ф.В., Хаширова Т.Ю., Эдгулова Е.К., Сохов Р.А. Электронные ресурсы в музыкальном образовании. В сборнике: *Цифровая трансформация науки и образования. Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции*. 2021. С. 72–79.
10. Малухова Ф.В., Апажева Е.Х., Нотова И.А. Практика использования электронных словарей в образовательном процессе. В сборнике: *Цифровая трансформация науки и образования. Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции*. 2021. С. 95–103.
11. Микерова Г.Г. Современные тенденции управления системой образования в России // *Современные технологии управления*. — 2017. — № 4. Режим доступа: <https://sovman.ru/article/7603/>
12. Новикова, Л.А. Развитие межкультурной компетентности студентов педагогического университета на основе использования телекоммуникационных технологий [Текст]: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 Л.А. Новикова; Омский гос. пед. ун-т. — Омск, 2007. — 208 с.
13. Пантелейко, Г.И. Использование информационных технологий в управлении развитием школы [Текст]: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Г.И. Пантелейко; Ростов. гос. пед. ун-т. — Ростов-н/Д, 2005. — 229 с.
14. Полат, Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования [Текст] / Е.С. Полат. — М.: Академия, 2005. — 272 с.
15. Полюхова Е.В. Актуальные вопросы повышения эффективности использования интерактивного оборудования в образовательном процессе в условиях реализации ФГОС // *Использование информационных технологий в системе образования Санкт-Петербурга / Сост. Лазыкина Т.В.* — СПб: ГБУ ДПО «СПбЦОКОИТ», 2016. — С. 60–66
16. Романова Ю.С. Электронные образовательные ресурсы в учебном процессе // *Новые информационные технологии в образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 13–16 марта 2012 г.* // ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т». Екатеринбург, 2012. — С. 381–383.
17. Тевс Д.П. Использование современных информационных и коммуникационных технологий в учебном процессе [Текст]: учебно-методическое пособие / Д.П. Тевс, В.Н. Подковырова, М.Ф. Афонина. — Барнаул: БГПУ, 2006. — 104 с.
18. Уваров А.Ю. Информатизация как цифровая трансформация образования // *Информатизация образования и методика электронного обучения: Материалы II Междунар. науч. конф. Красноярск, 25–28 сентября 2018. -Ч.1 / Под ред. М.В. Носкова: Сиб. федер. ун-т, 2018. — С. 67–73.*
19. Фурсевич, И.А. Особенности использования ИКТ при обучении иностранным языкам [Текст]: сб. научных трудов региональных преподавателей иностранных языков / И.А. Фурсевич. — М.: Просвещение, 2005. — 256 с.

© Хаширова Татьяна Юрьевна (khashirova@mail.ru), Малухова Фатима Владимировна (fmalukhova@bk.ru),
 Эдгулова Елизавета Каральбиевна (ermolaeva-07@yandex.ru), Гурфова Рита Ваноевна (gurinform1961@yandex.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ СЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ

SOLUTION OF DYNAMIC PROGRAMMING PROBLEMS BY NETWORK METHODS

K. Chaadaev

Summary. The possibility of increasing the efficiency of the application of the dynamic programming method by transforming discrete optimization problems into network models is considered. The development of the corresponding algorithm and its software implementation in relation to the solution of multicriteria problems. The developed algorithm and the corresponding machine program can serve as a universal basis for constructing any algorithms and programs for solving discrete dynamic programming problems.

Keywords: algorithm, computational complexity, decomposition, discrete optimization, dynamic programming, exact methods, network model.

Чаадаев Кирилл Витальевич

Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
vkchaadaev@gmail.com

Аннотация. Рассматривается возможность повышения эффективности применения метода динамического программирования посредством трансформации задач дискретной оптимизации в сетевые модели. Проведена разработка соответствующего алгоритма и его программная реализация применительно к решению многокритериальных задач. Разработанный алгоритм и соответствующая машинная программа могут служить универсальной основой для построения любых алгоритмов и программ решения дискретных задач динамического программирования.

Ключевые слова: алгоритм, вычислительная сложность, декомпозиция, динамическое программирование, дискретная оптимизация, сетевая модель, точные методы.

Введение

При выполнении многих технических и экономических прикладных задач в различных сферах деятельности нередко возникают проблемы, связанные с необходимостью принятия оптимальных проектных решений, поиск которых целесообразен методами дискретной оптимизации. Отличительной особенностью таких задач является наличие ограниченного множества возможных решений, перебрав которые можно получить оптимальное в виде максимума или минимума целевой функции. Классическим способом исследования задач дискретной оптимизации является метод динамического программирования хотя и относительно редко используемый для нахождения оптимального решения, поскольку для решения большинства задач или используются более эффективные методы математического программирования или достаточными оказываются различные эмпирические алгоритмы. Оправданным использование метода динамического программирования представляется в случаях, когда, например, при линейном программировании, возникают трудности в формализации условий задачи [8]. Одной таких задач является определение кратчайшего или критического пути на ориентированном графе, где применение динамического программирования существенно снижает объем вычислений, обеспечивая

эффективность метода в целом, повышая его практическую значимость, в частности.

Исследованиям в этой области посвящены многие работы как зарубежных, так и отечественных ученых. В частности, Будаевой А.А. показывается, что подавляющее большинство задач планирования и управления являются достаточно сложными с большим количеством условий, поэтому для их эффективного решения наиболее подходит методы дискретной многокритериальной оптимизации [4]. Теоретические вопросы, связанные с математическими моделями технических систем с дискретным характером функционирования и применением аналитических методов расчёта и решения задач проектирования с использованием методов оптимизации подробно рассмотрены Алиевым Т.И. [2]. В работе Мещерякова Г.А. и Дрожженко В.М. [11] обосновывается, что в процессе постановки и решения оптимизационных экономических задач возникает потребность использования точных, математически формализованных методов, таких как теория графов и сетей (метод ветвей и границ) с распределением исполнителей по работам (задачи назначения), выбором кратчайшего пути на графе при условии минимизации затрат. Метод сетевого программирования для получения точных решений или верхних (нижних) оценок задач многоэкстремальной

дискретной оптимизации дает хорошие результаты при использовании для управления проектами [5]. Примеры прикладных задач из различных сфер деятельности, их математические модели и методы решения на основе современной теории оптимизации, алгоритмы, основанные на комплексном применении динамического программирования и метода ветвей и границ, доведённые до практических реализаций рассмотрены Струченковым В.И. [14]. Однако, поиск решений в задачах дискретной оптимизации связан с принципиальными вычислительными трудностями, в то время как современные комбинаторные методы для практического решения задач дискретной оптимизации ориентированы на разработку алгоритмов, которые позволяют получать приближенное решение с гарантированной оценкой отклонения от оптимума. В целом, алгоритмы упрощения является эффективным приемом поиска решений оптимизационной задачи [16]. Так, например, в работе [6] предлагается итерационный эвристический метод решения задач дискретной комбинаторной оптимизации, основанный на выборе направления движения в пределах комбинаторного дерева с использованием стохастического эвристического критерия, а в работе [7] предложена модификация эволюционных методов оптимизации, позволяющая решать задачи оптимизации с дискретными переменными без предварительного преобразования исходной задачи в задачу псевдодубовой оптимизации.

Тем не менее, при решении задач большой размерности, например, проектирование сетей связи национального масштаба, то есть там, где наличествует многократно повторяющийся цикл расчётов, время поиска, даже с учетом возможностей современных средств вычислительной техники, может оказаться существенно большим. То есть, проблема повышения производительности метода динамического программирования остается актуальной. Исходя из изложенного, цель настоящей работы состоит в разработке алгоритма решения общей задачи динамического программирования при векторном представлении данных, позволяющем трансформировать дискретные задачи в сетевые модели и тем самым существенно повысить эффективность метода.

Методология

Многие задачи оптимального планирования и организации систем являются многошаговыми и решаются методом динамического программирования [3], позволяющий отбраковку вариантов путей, приводящих в конкретное состояние и допускающей дополнительно и отбраковку бесперспективных состояний в процессе счёта [10]. При этом считается, что отсутствует

универсальный метод решения задач динамического программирования [9]. С другой стороны, практически любая дискретная задача динамического программирования может быть сведена к задаче определения кратчайшего или критического пути в ориентированном графе [1].

Действительно, практически любая задача динамического программирования путем соответствующего выбора переменных может быть представлена в виде сепарабельной модели:

$$\min (\max) Z = \sum_{i=1}^n f_i(y_i) \quad (1)$$

где: n — число этапов (шагов) решения,

$$\text{или } \min(\max) Z = \prod_{i=1}^n f_i(y_i) \quad (2)$$

причем путем логарифмирования легко перейти от модели (2) к модели (1).

Так как всегда возможна дискретизация переменных y_j , то условие (1) может быть представлено в виде:

$$\min(\max) Z = \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} \quad (3)$$

где: C_{ij} — дискретные значения функций $f_j(y_j)$;
 X_{ij} — принимает значения «0» или «1».

Тем самым задача динамического программирования трансформируется в целочисленную задачу линейного программирования и, в принципе, может решаться методами целочисленного линейного программирования.

С другой стороны, как показано в [15] любая целочисленная задача линейного программирования может быть решена сетевыми методами. При этом задача представляется ориентированным графом с начальной и конечной вершинами, как показано на рис. 1.

Для указанного на рис. 1 представления математической модели (3) значения C_{ij} соответствуют ребрам графа, а переменная X_{ij} означает наличие или отсутствие соединений между вершинами.

Тем самым решение целочисленной задачи линейного программирования указанного вида трансформируется в задачу определения кратчайшего или критического пути на ориентированном графе. Наиболее распространенным алгоритмом решения таких задач является алгоритм Дейкстры [12].

Решение подобных задач усложняется при наличии ограничений и в многокритериальных задачах.

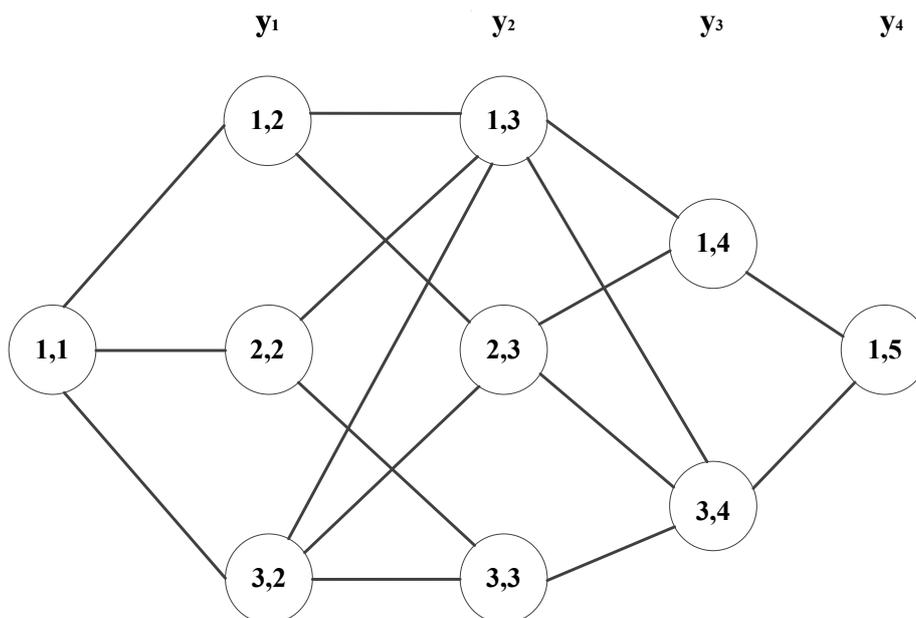


Рис. 1. Представление целочисленной задачи линейного программирования ориентированным графом

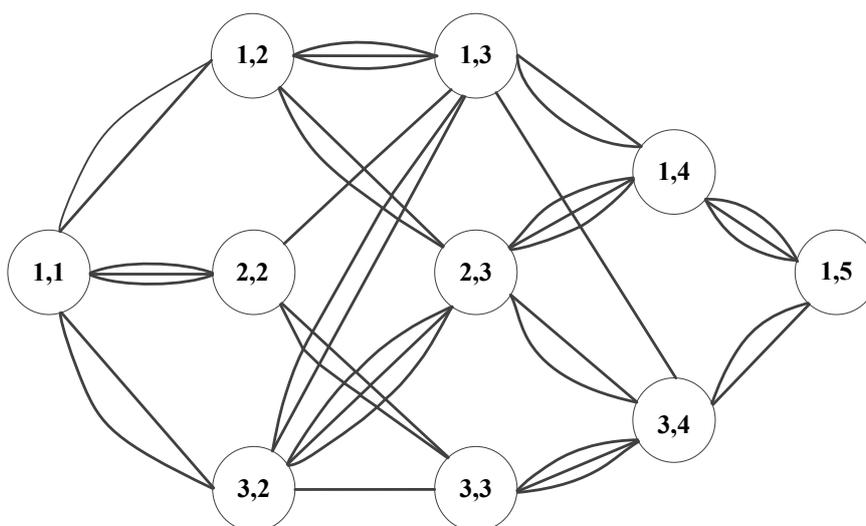


Рис. 2. Пример ориентированного графа в многокритериальных задачах



Рис. 3. Трансформация ориентированного графа при наличии ограничений

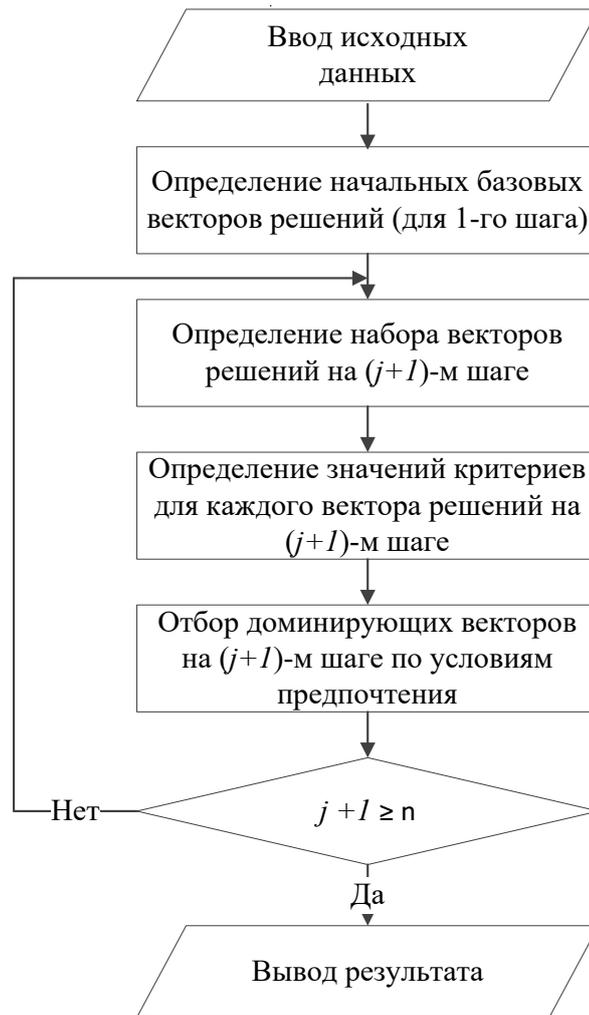


Рис. 4. Алгоритм решения общей задачи динамического программирования

Так как другие критерии и ограничения также представляют собой сепарабельные функции, то их учет сводится к увеличению числа соединений между вершинами графа. Пример такого графа приведен на рис. 2.

Ряд задач динамического программирования имеет смысл лишь при наличии ограничений или/и нескольких критериев и трансформируются в модели, представляемые графом, указанном на рис. 3.

Таким образом, наиболее сложными среди рассмотренных задач являются такие, которые трансформируются в сетевую модель, показанную на рис. 2. Следовательно, алгоритм решения таких задач является наиболее общим и универсальным.

В качестве основы для построения универсального алгоритма решения дискретных задач динамического программирования используем векторное представление данных, то есть любое решение (выбранный ва-

риант построения системы) может быть охарактеризовано вектором:

$$\bar{R} = [r_1, r_2, \dots, r_j, \dots, r_m]$$

где: r_j — номер варианта построения j -го элемента на соответствующем этапе (шаге);

$$j = \overline{1, m}; r_j = \overline{1, n}$$

Поиск решения распадается на m этапов (шагов), на каждом из которых определяются наборы векторов частных решений, показатели, соответствующие этим решениям и производится отбор доминирующих решений по условиям предпочтения.

Структурная схема алгоритма решения общей задачи динамического программирования при векторном представлении данных (векторным методом) представлена на рис. 4.)

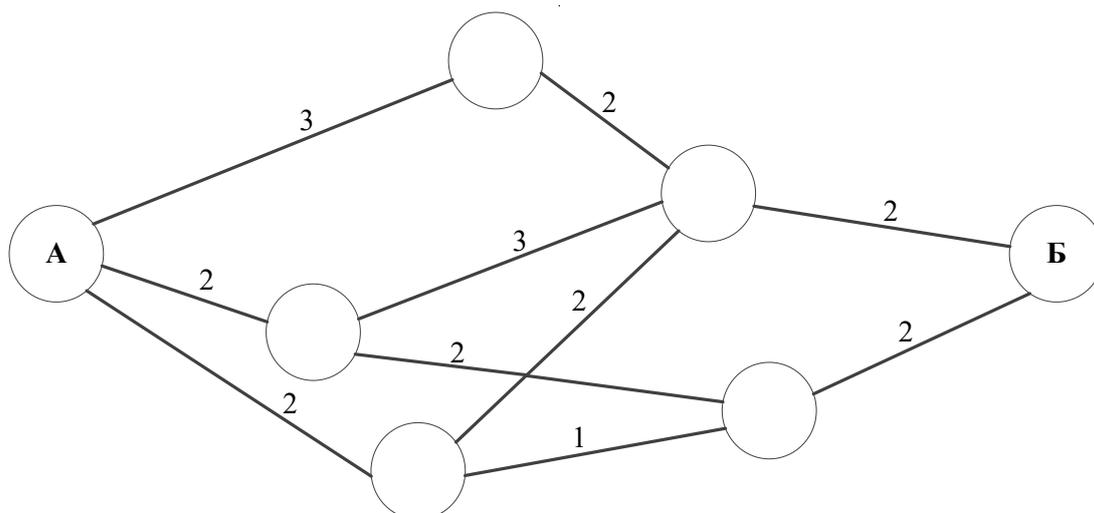


Рис. 5. Варианты построения сети связи между двумя пунктами

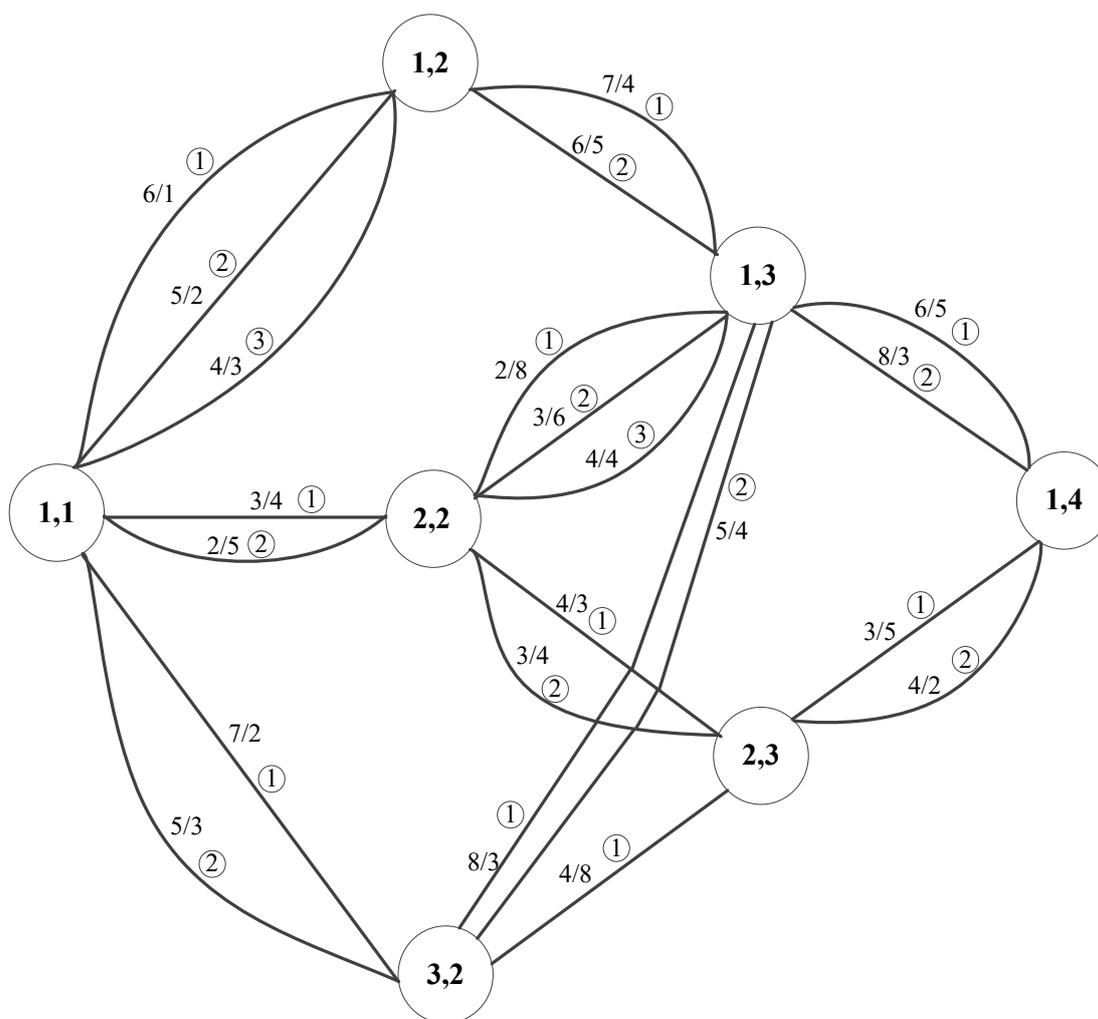


Рис. 6. Графическое представление двухкритериальной задачи динамического программирования в виде сетевой модели

Таблица 1. Исходные данные для решения задачи

Варианты построения элементов	Показатели элементов															
	1			2						3						
				1,2		2,2		3,2		1,3			2,3			
1	1,2			1,3		1,3		1,3		11,4			1,4			
	6/1	5/2	4/3	7/4	6/5	2/8	3/6	4/4	8/3	5/4	6/5	8/3	9/1	3/5	4/2	
2	2,2			-		2,3		2,3		-			-			
	3/4	2/5		-		4/3	3/4		4/8		-			-		
3	3,2			-		-		-		-			-			
	7/2	5/3		-		-		-		-			-			

Пояснения к алгоритму:

- ◆ последний набор доминирующих решений на последнем шаге является окончательным решением задачи и выводится в качестве результата, при необходимости получения единственного решения нужно использовать дополнительные условия (ограничения, свертку критериев);
- ◆ общие положения о применении условий предпочтения описаны в [13], конкретные критерии рассмотрены ниже на примере.

Пример реализации алгоритма

Пусть необходимо спроектировать систему связи между двумя пунктами (А и Б), причем участки этой системы могут быть географически расположены и построены различным образом (см. рис. 5). Число вариантов построения каждого участка показано на рис. 5 на дугах графа.

Критериями отбора вариантов построения системы связи являются затраты (З) и надежность (К – коэффициент простоя оборудования), то есть оптимизационная модель может быть записана в виде:

$$\begin{cases} \sum_j Z_j = \min \\ \sum_j K_j = \max \end{cases}$$

Предполагаем при этом, что выбор направлений и вариантов построения участков связи учитывает соблюдение всех ограничений. Таким образом, мы имеем двухкритериальную задачу динамического программирования, которая непосредственно может быть представлена в виде сетевой модели (рис. 6).

На рис. 6 приняты следующие обозначения:

- ◆ над ребрами в кружках — номера ребер в каждой группе (значение для ребер);
- ◆ над ребрами через дробную черту — значение затрат (в числителе млн. руб.) и коэффициентов простоя оборудования (в знаменателе *10–6);
- ◆ внутри узлов — полные обозначения узлов;
- ◆ над узлами — значения q для узлов.

Решения записываются в виде:

$$\overbrace{[(q_1, q_2 \dots q_n)]}^{\bar{Q}} \overbrace{(r_1, r_2 \dots r_m)}^{\bar{R}}$$

где: q — элементы вектора узлов, a — элементы вектора ребер.

Условия предпочтения могут быть представлены следующим образом:

- ◆ для ребер:
 - ◆ если $((Z_{r+1} > Z_r) \wedge (K_{r+1} < K_r)) \vee ((Z_{r+1} > Z_r) \wedge (K_{r+1} < K_r))$, то оба решения являются доминирующими;
 - ◆ если $(Z_{r+1} > Z_r) \wedge (K_{r+1} > K_r)$, то решение (r+1) отбрасывается (не является доминирующим);
 - ◆ если $(Z_{r+1} < Z_r) \wedge (K_{r+1} < K_r)$, то решение r отбрасывается (не является доминирующим);
 - ◆ если $(Z_{r+1} = Z_r) \wedge (K_{r+1} = K_r)$, то решение являются эквивалентными и отбрасывается любое решение;
 - ◆ если $((Z_{r+1} = Z_r) \wedge (K_{r+1} > K_r)) \vee ((Z_{r+1} > Z_r) \wedge (K_{r+1} = K_r))$, то отбрасывается (r+1)-е решение.
- ◆ для узлов:
 - ◆ если $(N_{q+1} \neq N_q)$, то оба решения доминирующие;
 - ◆ если $(N_{q+1} = N_q)$, то решения эквивалентные и выбор решений производится в соответствии с условиями предпочтения для ребер.

Таблица 2
1. Начальный (базисный) набор вариантов решений

\bar{Q}	100			200		300	
Узлы	1,2			2,2		3,2	
\bar{R}	100	200	300	100	200	100	200
z	6	5	4	3	2	7	5
K	1	2	3	4	5	2	3

2. Набор векторов решений и значения критериев на 2-м шаге

\bar{Q}	110						210					
Узлы	1,3						1,3					
\bar{R}	110	120	210	220	310	320	110	120	130	210	220	230
z	13	12	12	11	11	10	5	6	7	4	5	6
K	5	6	6	7	7	8	12	10	8	12	11	9

\bar{Q}	220				310				320	
Узлы	2,3				1,3				2,3	
\bar{R}	110	120	210	220	110	120	210	220	110	210
z	7	6	6	5	15	12	13	10	11	9
K	7	8	8	9	5	6	6	7	10	11

3. Доминирующий набор векторов решений на 2-м шаге

\bar{Q}	110		210			220			310	
Узлы	1,3		1,3			2,3			1,3	
\bar{R}	110	120	210	220	230	130	110	210	220	110
z	13	12	4	5	6	7	7	6	5	10
K	5	6	13	11	9	8	7	8	9	7

5. Набор векторов решений и значения критериев на 3-м шаге

\bar{Q}	111				211							
Узлы	1,4				1,4							
\bar{R}	111	112	121	122	211	212	221	222	231	232	131	132
z	19	21	18	20	10	12	11	13	12	14	13	15
K	11	8	11	9	18	16	16	14	14	12	12	11

\bar{Q}	221						311			
Узлы	1,4						1,4			
\bar{R}	111	112	211	212	221	222	221	222	211	212
z	10	11	9	10	8	9	16	18	12	13
K	12	9	13	10	14	11	13	11	16	13

7. Доминирующий набор векторов решений на 3-м шаге решения задачи

\bar{Q}	221			111	
\bar{R}	221	222	212	112	112
z	8	9	10	11	21
K	14	11	10	9	8



Рис. 7

По графу, представленному на рис. 6, составим таблицу исходных данных (табл. 1).

Последовательность решения описывается в виде векторных преобразований (таблица 2).

Пусть в качестве ограничений задачи задано, что $K_{дон} \leq 11 \cdot 10^{-6}$, тогда решение задачи имеет вид: 221(222) при $Z = 9$ млн. руб. и $K = 11 \cdot 10^{-6}$. Решение означает, что трасса проходит через узлы и ребра (рис. 7).

Для сокращения объемов расчета примем меры по сокращению промежуточных вычислений, которые сводятся к следующим.

Так как исходные данные имеют определенную погрешность, то с учетом этой погрешности эквивалентными могут считаться все решения, отличающиеся по всем критериям на величину $\bar{\Delta}$, не более $\bar{\Delta}_{дон}$ где:

$$\bar{\Delta} = [|S_{1, r+1} - S_{1, r}|, |S_{2, r+1} - S_{2, r}| \dots |S_{\omega, r+1} - S_{\omega, r}| \dots]$$

где: ω — номер критерия оптимальности.

Еще большего сокращения набора доминирующих решений можно достичь, используя «жесткие» условия предпочтения в виде:

$$\sum_{\omega} \beta_{\omega, r+1} * \delta_{S_{\omega, r+1}} < 0 \text{ — решение } (r + 1) \text{ отбрасывается;}$$

$$\sum_{\omega} \beta_{\omega, r+1} * \delta_{S_{\omega, r+1}} \geq 0 \text{ — решение } (r + 1) \text{ сохраняется;}$$

где: β_{ω} — весовые коэффициенты, $\sum \beta_{\omega} = 1$ (при одинаковых значениях β_{ω} можно принять $\beta_{\omega} = 1$).

$$\delta_{S_{\omega}} = \frac{\Delta S_{\omega}}{S_{\omega} - S_{\omega min}}$$

$$D_{S_{\omega}} = \begin{cases} S_{\omega, r} - S_{\omega, r+1} \text{ при определении минимума критерия} \\ S_{\omega, r+1} - S_{\omega, r} \text{ при определении максимума критерия} \end{cases}$$

$$S_{\omega max} = \max_i \{S_1, S_2, \dots, S_e\}$$

$$S_{\omega min} = \min_i \{S_1, S_2, \dots, S_e\}$$

где: e — число критериев оптимальности.

Введение коэффициентов β позволяет выделить наиболее важные критерии.

На основании рассмотренного алгоритма разработана соответствующее программное обеспечение, являющееся основой для построения программ решения любых дискретных задач динамического программирования.

Заключение

1. Дискретные задачи динамического программирования трансформируются в сетевые модели. Тем самым может быть построен универсальный алгоритм решения таких задач.
2. Разработанный алгоритм и соответствующая машинная программа могут служить универсальной основой для построения любых алгоритмов и программ решения дискретных задач динамического программирования.
3. Элементом новизны предлагаемого решения является высокопроизводительный алгоритм расчета, позволяющий оптимизировать трудозатраты при программировании.
4. Направления дальнейших исследований будут связаны с доработкой программного обеспечения для построения цифрового двойника, позволяющего осуществлять перспективное проектирование сетей связи, оптимизируемых по заданным критериям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев О.Г. Комплексное применение методов дискретной оптимизации. — М.: Наука, 1987. — 248 с.
2. Алиев Т.И. Задачи и методы проектирования дискретных систем. — СПб: Университет ИТМО, 2015. — 127 с.
3. Беллман Р. Динамическое программирование. — М.: Изд-во иностр. лит., 1960. — 400 с.
4. Будаева А.А. Использование метода эталонов для решения задач дискретной многокритериальной оптимизации // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. — 2015. — Том 15. — № 1. — С. 22–27. — DOI 10.18500/1816–9791–2015–15–1–22–27.
5. Буркова И.В. Метод сетевого программирования в задачах дискретной оптимизации // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2010. — Том 6. — № 8. — С. 154–159.
6. Ватулин Э.И., Дремов Е.Н., Мартынов И.А., Титов В.С. Метод взвешенного случайного перебора для решения задач дискретной комбинаторной оптимизации // Известия Волгоградского государственного технического университета. — 2014. — № 10 (137). — С. 59–64.
7. Галушин П.В., Семенкина О.Э. Разработка и исследование эволюционных алгоритмов дискретной оптимизации // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. — 2011. — № 5 (38). — С. 25–29.
8. Иванко Е.Е. Метод динамического программирования в минимаксной задаче распределения заданий с равноценными исполнителями // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: математическое моделирование и программирование. — 2013. — Том 6. — № 1. — С. 124–133.

9. Карманов В.Г. Математическое программирование. — М.: Физматлит, 2001. — 263 с.
10. Карпов Д.А., Струченков В.И. Динамическое программирование в прикладных задачах специального вида // Прикладная информатика. — 2020. — Том 15. — № 3 (87). — С. 46–59. — DOI 10.37791/2687–0649–2020–15–3–46–59.
11. Мещеряков Г.А., Дрожженко В.М. Применение методов дискретной оптимизации для синтеза структур систем менеджмента // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. — 2012. — № 1. — С. 39–41.
12. Нечепуренко М.И., Попков В.К., Майнагашев С.М., Кауль С.Б., Проскуряков В.А., Кохов В.А., Грызунов А.Б. Алгоритмы и программы решения задач на графах и сетях. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. — 515 с.
13. Растринин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. — М.: Сов. радио, 1980. — 232 с.
14. Струченков В.И. Дискретная оптимизация: модели, методы, алгоритмы решения прикладных задач. — М.: СОЛОН-Пресс, 2016. — 192 с.
15. Филлипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей. — М.: Мир, 1984. — 496 с.
16. Чернов С., Титов С., Чернова Л., Гогунский В., Чернова Л., Колесникова К. Алгоритм упрощения решения в задачах дискретной оптимизации // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2018. — Том 3. — № 4 (93). — С. 34–43. — DOI 10.15587/1729–4061.2018.133405.

© Чаадаев Кирилл Витальевич (vkchaadaev@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ УЗДЕЧКИ И КОРОТКОЙ ГУБЫ НА УРОВЕНЬ АЛЬВЕОЛЯРНОЙ КОСТНОЙ ТКАНИ С ВЕСТИБУЛЯРНОЙ СТОРОНЫ

A HIGH FRENULUM, A SHORT LIP IMPACT ON THE BONE LEVEL ON THE VESTIBULAR SIDE

O. Aleksandrova

Summary. An aberrant frenulum is a risk factor for bone loss. A retrospective study of the frenulum of the upper lip was performed in 43 people with a replaceable and permanent bite, at the age of 11–38 years old. In adults and children without ischemic of the frenulum and gums, with a high attachment of a normal frenulum (below the cement-enamel joint by 1–2,9 mm.), the bone is located closer to the cement-enamel junction ($r \geq 0,57$; $t \geq 2,2$; $p < 0,05$). A shorter lip is combine with an decrease in bone level during the period of a changeable bite and after the end of the formation of the roots of the second or third molars ($r \geq 0,83$; $t \geq 3,05$; $p < 0,01$). The adverse effects of ischemia are greater than the protective effects of the frenulum and the lip length. A frenectomy for aesthetic reasons in persons with a short upper lip can worsen bone loss.

Keywords: bone level, maxillary frenulum, upper lip, attachment frenum, normal frenulum.

Александрова Ольга Вячеславовна

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава РФ (Сеченовский университет)
aleksandovastom@yandex.ru

Аннотация. Аберрантная уздечка является фактором риска для убыли костной ткани. Ретроспективное исследование уздечки верхней губы у 43 человек со сменным и постоянным прикусом, в возрасте 11–38 лет. У взрослых и детей без ишемии уздечки и десны, при высоком прикреплении нормальной уздечки (ниже цементно-эмалевого соединения на 1–2,9 мм.) кость расположена ближе к цементно-эмалевому соединению ($r \geq 0,57$; $t \geq 2,2$; $p < 0,05$). В период сменного прикуса и после окончания формирования корней вторых или третьих моляров уменьшение длины губы сочетается с уменьшением уровня кости ($r \geq 0,83$; $t \geq 3,05$; $p < 0,01$). Неблагоприятное воздействие ишемии выше, чем протективное воздействие уздечки и длины губы. Френэктомия по эстетическим показаниям у лиц с короткой верхней губой может увеличить убыль костной ткани.

Ключевые слова: уровень костной ткани, уздечка верхней губы, верхняя губа, высокое прикрепление уздечки, нормальная уздечка.

Введение

Одним из этиологических факторов убыли костной ткани в области центральных резцов является аномальное прикрепление уздечки. Аберрантной считается уздечка, волокна которой внедряются в вершину межзубного сосочка или близко к нему, если отведение губы сопровождается подвижностью межзубного сосочка, выраженной ишемией тканей уздечки и прилегающих к ним [1].

Клинически уздечка может иметь мембранозный свободный край белесоватого цвета, при рассечении которого кровотечение очень слабое или отсутствует, что свидетельствует о небольшом числе кровеносных сосудов. В других случаях уздечка более толстая, розовая, обильно кровоточит при рассечении, что указывает на наличие сосудисто-нервных элементов, оказывающих трофическое воздействие.

Уздечка имеет обильное кровоснабжение, содержит центральную артерию и вену, и отходящие от них ветви. Сосуды сопровождают нервные волокна [2].

В исследовании Н. Toker и Н. Ozdemir, проведенном на лицах 15–62 лет, распространенность рецессии десны составила 78,2% в целом и 4,2% при высоком прикреплении уздечки. С достоверностью $p < 0,05$ обнаружена отрицательная регрессионная связь между рецессией десны и высоким прикреплением уздечки, в то время как для возраста, травматичной чистки зубов и курения коэффициент регрессии положительный [3, с. 117–119]. Т. Nguyen-Hieu и др. при исследовании 120 человек (3269 зубов) в возрасте 19–25 лет высокое прикрепление уздечки выявили на 64 зубах, рецессия десны среди них встречалась в 4,7% случаев (3 зуба) [4, с. 136]. При вычислении t-критерия по представленным Т. Nguyen-Hieu и др. данным выявляется достоверная разница $t = 2,41$, что можно расценивать, как протективное действие высокого прикрепления уздечки.

Широко распространено проведение пластики уздечки у новорожденных и грудных детей, испытывающих проблемы грудного вскармливания. Отмечается значительный рост числа френотомий при акилоглоссии в Австралии, Канаде, США. Авторы указывают на недостаточную надежность доказательств преимущества

выполнения френотомии при проблемах грудного вскармливания [5]. В последнее время наметилась тенденция к выполнению вмешательства не только на языке, но и на губах. В исследовании 2020 г. G.R. Daercks и C.J. Hartnick отмечают, что в 23,6% выполнялась только губная френотомия, в 65,2% пластика уздечки губ и языка [6]. В то время как в 2015 г. S.M. Pransky и др. сообщили, что короткая уздечка верхней губы наблюдается в 2% случаев, а короткая уздечка языка и верхней губ в 11% случаев [7]. Авторы указывают на отсутствие информации об отдаленных влияниях выполненной френотомии [8]. С. Caloway и др. среди 115 детей направленных на оперативное лечение уздечек губ, языка из-за проблем грудного вскармливания, в 72 случаях (62,6%) не рекомендуют его проведение. Значительного улучшения вскармливания они смогли добиться изменением техники вскармливания и предоставили обобщенные рекомендации по вскармливанию [9]. Проведение френэктомии новорожденным и грудным детям может оказывать влияние на состояние зубочелюстной системы взрослых.

Цель

Оптимизировать показания и противопоказания для хирургического лечения короткой уздечки верхней губы. Задачи: изучить высоту расположения верхней губы, её уздечки и альвеолярной кости с вестибулярной стороны, на примере пациентов 11–38 лет; оценить взаимосвязь изученных параметров; оценить потенциальную безопасность оперативного лечения уздечки верхней губ.

Материалы и методы

Имеется разрешение этического комитета. Ретроспективное исследование 43 человек, в возрасте от 11 до 38 лет, со сменным или постоянным прикусом. Распределение по полу и возрасту представлено в таблице 1. Включались пациенты при наличии обоих центральных постоянных резцов верхней челюсти, без скученности центральных резцов. Пациенты после оперативного лечения, косметологических коррекций, при наличии деформаций и выраженного ожирения исключались. У обследованных лиц рецессия десны или отсутствовала, или имела легкую степень. В зависимости от формирования зубов и наличия ишемии тканей пациенты разделены на 5 групп. Группы 1–3, без ишемии, группы 4 и 5 с ишемией тканей прикреплённой десны и/или уздечки. Группа 1 — сменный прикус, после прорезывания медиальных резцов верхней челюсти, 10 человек в возрасте 11–13 лет. Группы 2 и 4 — постоянная окклюзия, формирование корней клыков и вторых моляров, а также зачатков третьих моляров и их корней, возраст 14–22, 12 человек и 14–16 лет, 7

человек соответственно. Группы 3 и 5 — все зубы и их корни полностью сформированы, третьи моляры завершили свое развитие или отсутствуют, возраст 23–36 и 16–38 лет соответственно, по 7 человек. Пациенты со сменным прикусом и ишемией были представлены в недостаточном для исследования количестве.

Измерения высоты расположения верхней губы в покое и уровня альвеолярной костной ткани с вестибулярной стороны проводились на боковых телерентгенограммах (ТРГ). Уровень расположения уздечки верхней губы, а именно начала её подвижной части измерялся по фотографиям. Для установления настоящего размера по фотографии предварительно измерена высота первого верхнечелюстного резца на гипсовой модели.

Для измерения использованы следующие точки: К — вершина костного гребня альвеолярного отростка с вестибулярной стороны; Р1 — режущий край первого резца; СГ — проекция точки смыкания губ на центральный резец; У — уздечка верхней губы, начало подвижной ткани; ЦЭС — цементно-эмалевое соединение.

Для измерения использован штангенциркуль, с точностью до десятых долей мм. Данные внесены в журнал регистрации, Excel и обработаны. Использовано несколько расчетных показателей, от ЦЭС до У и СГ: из высоты рентгенологической коронки центрального резца, измеренной на ТРГ вычитается расстояние от режущего края до соответствующего ориентира, измеренное на ТРГ или фотографии.

Вычислено стандартное отклонение, по нему определена достаточность объема выборочной совокупности, для $p < 0,05$. Для проверки нормальности распределения использован онлайн калькулятор критерия Шапиро-Уилка [<http://www.statskingdom.com/320ShapiroWilk.html>], нормальность распределения данных обеспечивает точность $p < 0,05$. Для дальнейшего анализа использован коэффициент корреляции Пирсона, t-критерий, регрессионный анализ.

Результаты исследования

Средние значения и крайние величины по группам представлены в таблице 1. Результаты корреляционного анализа методом Пирсона, для данных с $t > 2$ и результат регрессионного анализа зависимости «расстояния 2» от изменения «расстояния 1» представлены в таблице 2 ($p < 0,05$).

При межгрупповом сравнении по уровню костной ткани 1 группа отличается от групп 2–5, средний показатель: 0,76; 1,57; 1,86; 1,43; 2,75 мм. соответственно (t:

Таблица 1. Обобщенные результаты измерений, по группам.

Номер группы, (мужской: женский пол)			1 группа (3: 7)	2 группа (4: 8)	3 группа (2: 5)	4 группа (1: 6)	5 группа (3: 4)
Границы			Крайние варианты (среднее), мм.				
1	P1	У	8,8–13,45 (11,63)	9,25–13,3 (11,23)	9,5–12,5 (10,96)	10,05–13,5 (11,07)	9,6–14,65 (11,55)
2	P1	СГ	– 0,65–3,85 (3,19)	0,1–5,8 (3,24)	2,45–3,8 (3,21)	3,3–4,35 (3,84)	1,9–5,2 (3,09)
3*	ЦЭС	СГ	4,55–12,35 (8,44)	5,45–10,8 (8,52)	4,6–8,15 (6,72)	6,75–8,95 (7,9)	5,2–8,85 (7,56)
4	ЦЭС	К	– 1,05–1,6 (0,76)	– 0,3–4,1 (1,57)	0,95–3,1 (1,86)	0,85–2,15 (1,43)	1,45–4,35 (2,75)
5*	ЦЭС	У	– 2,1–2,9 (0,01)	– 0,8–2 (1,67)	– 2,2–4,1 (– 1,01)	– 1,75–0,95 (– 0,39)	– 4,15–1,8 (– 0,91)
6	ЦЭС	P1	11,2–13,35 (11,64)	10,9–12,5 (11,77)	8,2–11,15 (9,94)	10,15–12,8 (11,74)	9,05–11,4 (10,64)
7	Возраст, лет		11–13 (12,1)	14–22 (16,42)	23–36 (29,86)	14–16 (15,14)	16–38 (26,86)

*Показатель был рассчитан.

Таблица 2. Результаты корреляционного и регрессионного анализа, по группам.

Расстояние 1	Расстояние 2	Группа 1 n = 10**	Группа 2 n = 12	Группа 3 n = 7	Группа 4 n = 7	Группа 5 n = 7
P1 — У	ЦЭС — К	r = 0,73 t = 3,08 R = 0,34 $\sigma_R = 0,5$	–	–	–	–
ЦЭС — У*	ЦЭС — К	r = – 0,79 t = 3,7 R = – 0,4 $\sigma_R = 0,49$	r = – 0,57 t = 2,2 R = – 0,56 $\sigma_R = 0,86$	r = – 0,9 t = 4,67 R = – 0,42 $\sigma_R = 0,37$	–	–
P1 — СГ	ЦЭС — К	r = 0,83 t = 4,22 R = 0,29 $\sigma_R = 0,35$	–	–	–	–
ЦЭС — СГ*	ЦЭС — К	r = – 0,87 t = 5,21 R = – 0,32 $\sigma_R = 0,41$	–	r = – 0,85 t = 3,6 R = – 0,48 $\sigma_R = 0,45$	–	–

*Показатель был рассчитан. **Количество участников (парных наблюдений).

2,14–3,32; $p < 0,05$), отличаются группы 4 и 5 ($t = 2,17$). По расстояниям от линии смыкания губ до режущего края зуба отличаются группы 3 и 4 ($t = 2,34$; $p < 0,05$), до ЦЭС отличаются группы 2 и 3 ($t = 2,3$; $p < 0,05$).

По рентгенологической высоте центрального резца группы со сформированными зубами (3 и 5) отличаются от остальных групп (1, 2 и 4), средние значения для групп 1–5: 11,64; 11,77; 9,94; 11,74; 110,64 мм. последовательно, ($t = 2,36$ – $3,46$; $p < 0,05$). В связи с этим, в дальнейшем, для вычислений использованы как натуральные величины, измеренные от края зуба, так и вычислен-

ные показатели. При этом ЦЭС выбрано в качестве наиболее стабильного ориентира.

При более апикальном начале подвижной части уздечки отмечается большее расстояние между цементно-эмалевым соединением (ЦЭС) и костью в группах без ишемии прикрепленной десны и уздечки, $r = -0,79$; $-0,57$; $-0,9$ для групп 1–3 при расчете от ЦЭС. При расчете от края зуба аналогичные данные получены только для 1 группы, что можно связать как со стираемостью зубов в старших возрастных группах, так и с воздействием случайных факторов.

Чем короче верхняя губа у пациента, тем больше расстояние между ЦЭС и костью в группах со сменным прикусом и после окончания формирования корней моляров, без ишемии.

Пациенты без ишемии из групп 2 и 3 были объединены и ранжированы по высоте прикрепления уздечки.

1. Если нижняя граница подвижной части уздечки верхней губы расположена на 0,35 мм. корональнее от ЦЭС и ниже (9 человек), уровень кости находится на уровне от 0,3 до 1,5 мм. и у одного пациента до 2 мм. апикальнее ЦЭС, среднее 1,14 мм.
2. При более апикальном расположении уздечки (10 человек): от 0,15 мм. ниже до 4,1 мм. апикальнее; расстояние от кости до ЦЭС составляет от 1 до 4,1 мм, среднее 2,28 мм.

Межгрупповая разница ($t_{аб} = 3,03$; $p < 0,01$).

При объединении групп 2–5 и их ранжированию по уровню прикрепления уздечки обнаружено, что:

1. при прикреплении уздечки верхней губы на расстоянии 1–2,9 мм. ниже ЦЭС средний уровень костной ткани составляет 0,83 мм. (– 1,05–2,45 мм. от ЦЭС), 9 человек.
2. при прикреплении уздечки верхней губы на расстоянии от 0,95 мм. ниже ЦЭС до 2 мм. выше ЦЭС средний уровень костной ткани 1,76 мм. (0,65–4,35 мм. от ЦЭС), 33 человека.
3. при прикреплении уздечки на уровне 4,1 мм. и более апикально средний уровень костной ткани 4,15 мм. (3,1–5,15 мм. от ЦЭС), 2 человека.

Межгрупповая разница $t_{аб} = 2,33$; $t_{ав} = 2,21$; $p < 0,05$.

В группе взрослых без ишемии уровень костной ткани 1,85 мм. и менее от ЦЭС (1,85–0,95 мм, среднее 1,24) наблюдается при положении точки смыкания губ на уровне более 7,2 мм. от ЦЭС (7,2–8,15, среднее 7,84 мм; 4 человека). Уровень костной ткани 2,45–3,1 мм. (среднее 2,69, 3 человека) соответствует расположению линии смыкания губ на ТРГ на уровне 4,6–6,35 мм. от ЦЭС (среднее 5,25 мм, 3 человека). Межгрупповая $t = 3,58$.

Обсуждение полученных результатов

В настоящее время пластику уздечки верхней губы применяют как при классических показаниях, таких как подвижность межзубного сосочка, локальная рецессия десны в области внедрения уздечки, выраженная ишемия, возникающая при незначительном отведении губы. Так и в сомнительных случаях, видимости уздечки при улыбке, нарушения грудного вскармливания без

достаточных признаков того, что проблема обусловлена именно уздечкой верхней губы [5], а также в рамках коррекции десневой улыбки [10], хотя хирургическое вмешательство по удлинению губы за счет перемещения мышц можно проводить без френэктомии [11].

Оперативное лечение уздечки верхней губы чаще проводят в детском возрасте. Большинство исследователей не уделяют должного внимания отдаленным последствиям френотомии, френэктомии и френопластики [8].

В этом исследовании выявлено, что увеличение расстояния между гребнем альвеолярного отростка с вестибулярной стороны и ЦЭС на верхней челюсти наблюдается с увеличением возраста, а также при более апикальном положении уздечки верхней губы и при короткой верхней губе в группах без ишемии мягких тканей. В группах с ишемией тканей уздечки и десны, области уздечки и на других участках высота расположения уздечки и верхней губы не оказывает влияния на уровень костной ткани.

Имеются исследования, в которых распространенность рецессии десны у лиц с высоким прикреплением уздечки меньше, чем в остальной популяции [3, 4]. На первый взгляд это противоречит сложившемуся мнению. Однако необходимо учитывать, что большая часть исследований уздечки, выполненных ранее, проводилась у детей с патологической уздечкой. Среди взрослых нет, или практически нет лиц, у которых уздечка вызывает подвижность сосочка, т.к. при подобных грубых нарушениях, оперативное лечение проводят в детстве. В исследовании на пациентах с нормальной уздечкой или с отклонениями легкой степени выраженности прикрепление уздечки верхней губы до 2,9 мм. ниже эмалево-цементного соединения способствует сохранению костной ткани области центральных резцов.

Уздечка верхней губы обильно кровоснабжается [2]. Что может оказывать протективное воздействие, проявляющееся в старших возрастных группах. Можно предположить, что пластика уздечки верхней губы, особенно по эстетическим показаниям, у пациентов с короткой губой, может усугубить убыль костной ткани во фронтальном участке, что требует дальнейшего изучения.

Выводы

1. Высокое прикрепление уздечки верхней губы, не вызывающей подвижности межзубного сосочка и ишемии тканей уздечки и прилегающих к ним, у лиц без ишемии прикрепленной десны,

- оказывает протективное действие на уровень костной ткани, в возрасте 11–38 лет.
2. При наличии уздечки верхней губы, не вызывающей подвижности межзубного сосочка и ишемии тканей уздечки и прилегающих к ним при отведении губ, для сохранения уровня альвеолярной кости, наиболее благоприятно начало подвижной части на 1–2,9 мм. ниже цементно-эмалевого соединения.
 3. Наличие короткой губы (менее 6,35 мм. от цементно-эмалевого соединения, у взрослых) негативно влияет на уровень альвеолярной костной ткани с вестибулярной стороны в период сменного прикуса и после окончания формирования зубов (11–13 и 23–36 лет).
 4. Ишемия десны и уздечки, возникающая при отведении губ и щек оказывает негативное действие на уровень костной ткани, превышающее значимость протективного воздействия благоприятного расположения верхней губы и её уздечки, в возрасте 14–38 лет.
 5. Оперативное лечение уздечки верхней губы, без наличия достаточных показаний или по эстетическим требованиям, приведет к дополнительной потере костной ткани, особенно у лиц с короткой верхней губой.
 6. Выполнение измерений от уровня режущего края у взрослых не достоверно, из-за возможных сколов режущего края и стираемости зубов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sinha J, Kumar V, Tripathi AK, Saimbi CS. Untangle lip through Z-plasty. *BMJ Case Reports*. 2014; 2014: bcr2014206258. Publish 2014 Sep 19. <https://doi.org/10.1136/bcr-2014-206258>
2. Noyes HJ. The Anatomy of the Frenum Labii in New Born Infants *The Angle Orthodontist*. 1935; 5 (1): 3–8. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1935\)005<0003:TAOTFL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1935)005<0003:TAOTFL>2.0.CO;2)
3. Toker H, Ozdemir H. Gingival recession: epidemiology and risk indicators in a university dental hospital in Turkey. *International Journal of Dental Hygiene*. 2009; 7 (2): 115–120. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2008.00348.x>
4. Nguyen-Hieu T, Ha-Thi BD, Do-Thu H, Tran-Giao H. Gingival Recession Associated With Predisposing Factors in Young Vietnamese: A Pilot Study. *Oral Health and Dental Management*. 2012; 11 (3): 134–144
5. Kapoor V, Douglas PS, Hill PS, Walsh LJ, Tennant M. Frenotomy for tongue-tie in Australian children, 2006–2016: an increasing problem. *Medical Journal of Australia*. 2018; 2008 (2): 88–89. <https://doi.org/10.5694/mja17.00438>
6. Daercks GR, Hartnick CJ. Factors associated with frenotomy after a multidisciplinary assessment of infants with breastfeeding difficulties. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2020; 138, 110212. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110212>
7. Pransky SM, Hong P. Breastfeeding difficulties and oral cavity anomalies: The influence of posterior ankyloglossia and upper-lip ties. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2015; 79 (10):1714–1717. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.07.033>
8. Patel PS, Rosenfeld RM. Upper lip frenotomy for neonatal breastfeeding problems. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2019; 124: 190–192. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.06.008>
9. Caloway C, Hersh CJ, Baars R, Sally S, Diercks G, Hartnick CJ. Association of Feeding Evaluation With Frenotomy Rates in Infants With Breastfeeding Difficulties. *JAMA Otolaryngology Head Neck Surgery*. 2019; Jul 11: e191696. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2019.1696>
10. Андреищев А.Р. Современные возможности коррекции «десневой улыбки». *Пародонтология*. 2006; 38 (1): 26–32 [Andreischev AR. Modern opportunities of gummy smile correction. *Parodontologiya*. 2006; 38 (1): 26–32 (in Russ)].
11. Yonespour S, Yaghobee S, Aslroosta H, Moslemi N, Pourheydar E, Ghafary ES. Effectiveness of Different Modalities of Lip Repositioning Surgery for Management of Patients Complaining of Excessive Gingival Display: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International*. 2021; 2021: 9476013 Published 2021 oct 7. <https://doi.org/10.1155/2021/9476013>

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ИНОРОДНЫМИ МАГНИТНЫМИ ТЕЛАМИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА

RESULTS OF TREATMENT OF CHILDREN WITH FOREIGN MAGNETIC BODIES OF THE DIGESTIVE TRACT

**I. Babich
I. Bagnovskii**

Summary. To date, the problem of magnetic foreign bodies of the gastrointestinal tract does not lose its relevance. 38 children have been treated with this pathology for 10 years on the basis of the Rostov-on-Don Regional Children's Hospital. The management tactics of such patients depends on the number of magnets in the digestive tract and their localization. We have established clinical and radiological predictors of complications of magnetic foreign bodies, upon detection of which it is recommended to switch to active surgical tactics in order to prevent the development of peritonitis and improve treatment results.

Keywords: gastrointestinal tract, esophagogastroduodenoscopy, magnetic foreign bodies, intestinal obstruction, perforation.

Бабич Игорь Иванович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Ростовский
Государственный Медицинский Университет»

Минздрава России

babich-igor@yandex.ru

Багновский Игорь Олегович

Врач-эндоскопист, детский хирург, ГБУ РО «ОДКБ»,

г. Ростов-на-Дону

bagnovskij@gmail.com

Аннотация. На сегодняшний день проблема магнитных инородных тел желудочно-кишечного тракта не теряет своей актуальности. С данной патологией за 10 лет на базе Областной детской больницы г. Ростова-на-Дону пролечено 38 детей. Тактика ведения таких пациентов зависит от количества магнитов в пищеварительном тракте и их локализации. Нами установлены клинико-рентгенологические предикторы осложнений магнитных инородных тел, при выявлении которых рекомендуется переходить к активной хирургической тактике с целью недопущения развития перитонита и улучшения результатов лечения.

Ключевые слова: желудочно-кишечный тракт, эзофагогастродуоденоскопия, магнитные инородные тела, кишечная непроходимость, перфорация.

Проблема проглатывания детьми инородных тел с магнитным полем не теряет своей актуальности. В России и за рубежом регистрируется стабильно высокое число детей, поступающих в хирургические стационары с магнитными инородными телами [1,2,3]. Магнитные предметы часто применяются в различных сферах жизни, используются в производстве игрушек и новомодных гаджетов. В современном научном мире нет доказательств о разрушающем эффекте магнитного поля на биологические структуры организма, однако проглоченные магнитные тела, при взаимодействии с тканями пищеварительного тракта, способны вызывать осложнения, требующие хирургического вмешательства [4].

Различные авторы указывают на то, что количество магнитных инородных тел имеет особое клиническое значение. Так единичные магнитные инородные

тела небольших размеров и неагрессивной формы при попадании в желудочно-кишечный тракт не задерживаются в нем, не оказывают патологического воздействия на стенку органа и, как правило, беспрепятственно покидают ЖКТ. Иной вариант развития клинической картины может быть при проглатывании двух и более магнитов с временным интервалом. В данном случае магниты, находясь в различных отделах пищеварительного тракта, притягиваются друг к другу из-за мощного магнитного поля и вызывают ряд осложнений: ишемию и пролежни стенки полого органа, заворот, кишечную непроходимость, перфорацию стенки с развитием перитонеальных симптомов [5,6,7,8,9]. На сегодняшний день нет единого мнения по лечебно-диагностической тактике при магнитных инородных телах пищеварительного тракта, алгоритм ведения таких пациентов до конца не определен и требует уточнения [10,11,12].

Таблица № 1. Локализация магнитных инородных тел

Лока-ция МИТ / Ко-во МИТ	Пищевод	Желудок	Тонкий кишечник	Толстый кишечник
Единичные МИТ	-	2 (5,2%)	1 (2,6%).	-
Два и более МИТ	-	3 (7,9%)	32 (84,2%)	

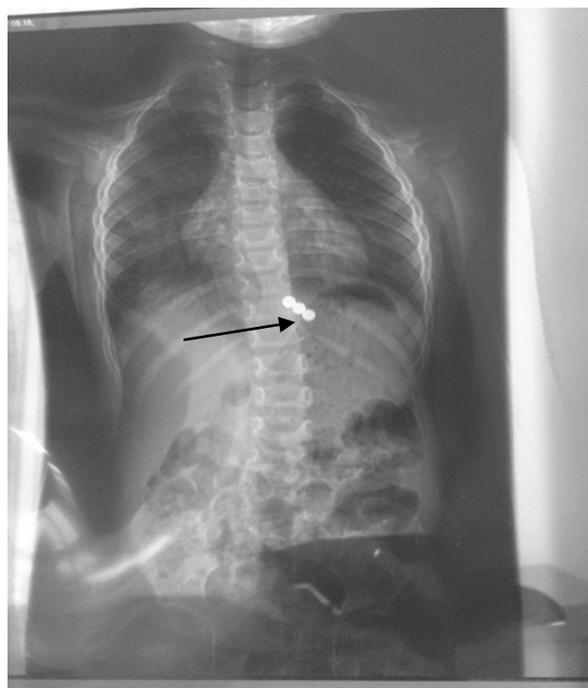


Рис. 1. Рентгенограмма ребенка с ИМТ

Цель

Улучшить результаты лечения детей с магнитными инородными телами путем разработки лечебно-диагностического алгоритма.

Материалы и методы

Под нашим наблюдением находилось 38 пациентов с инородными магнитными телами пищеварительного тракта за период с 2010 по 2021 гг. Возраст пациентов колебался от 1 года до 15 лет. Сроки госпитализации варьировались от 2-х часов до 3 недель.

Всем пациентам при поступлении выполнялась обзорная рентгенография органов брюшной полости и полное клинико-лабораторное обследование. При локализации магнитных инородных тел в верхних отделах пищеварительного тракта выполнялась эзофагогастродуоденоскопия с последующим удалением магнитов.

Результаты

У 3 (7,9%) пациентов определялись единичные инородные тела, из них в желудке — 2 (5,2%); в толстом кишечнике — 1(2,6%). 3 (7,9%) пациента проглотили от 3 до 7 МИТ, которые локализовались в желудке в виде цепочки и были беспрепятственно удалены при ЭГДС. У 32 (84,2%) пациентов определялись 2 и более магнита в различных отделах пищеварительного тракта. Данные о локализации магнитных инородных тел приведены в таблице № 1.

Единичные инородные магнитные тела в 3 (7,9%) наблюдениях, диагностированные при обзорной рентгенографии органов брюшной полости, локализовались в разных отделах пищеварительного тракта и вышли самостоятельно, без осложнений. Множественные круглые магнитные шарики верхних отделов желудочно-кишечного тракта были выявлены у 3 (7,9%) пациентов. 2 (5,2%) ребенка проглотили МИТ в сцепленном состоянии и ввиду отсутствия клиниче-

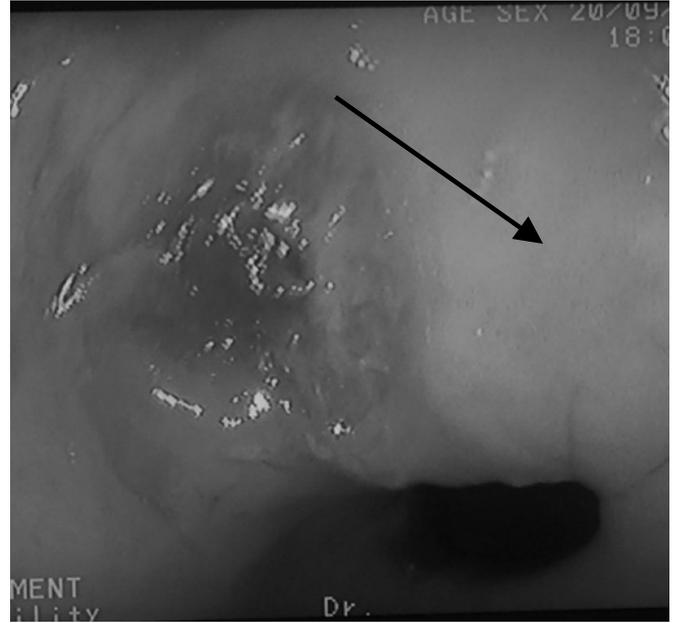
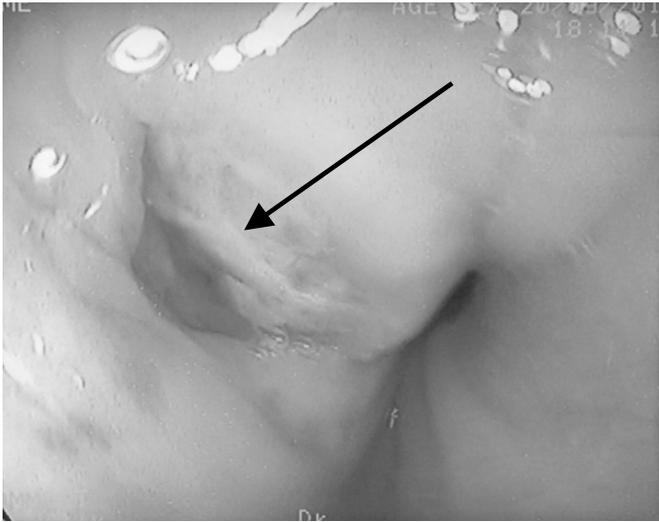


Рис. 2,3. Пролежень в месте стояния магнита.

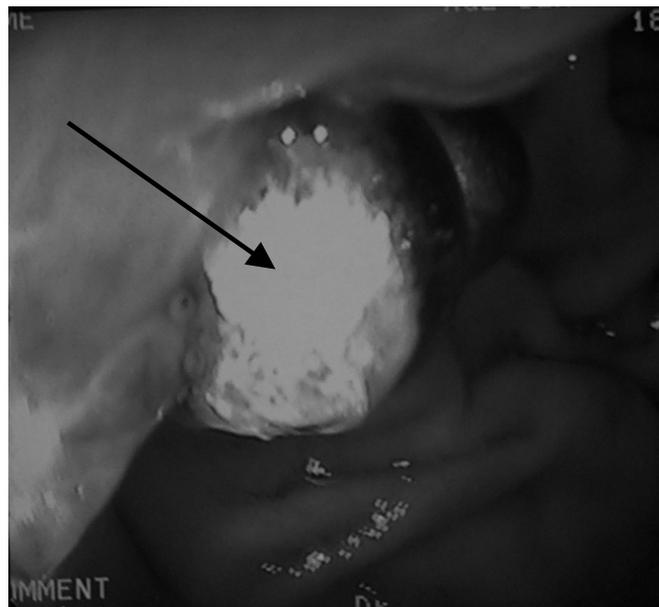


Рис. 4. Два магнитных шарика в области дна желудка

ской картины применялась выжидательная тактика. Инородные тела беспрепятственно вышли естественным путем. У 1 (2,6%) пациента два шарика локализовались в области кардиального отдела, а один шарик в нижней трети пищевода. Данный клинический пример приведен ниже:

Пациент М, 4 года (номер истории болезни — 17436/311) доставлен в приемное отделение ГБУ РО

«ОДКБ» г. Ростова-на-Дону по линии санитарной авиации из г. Таганрога с направительным диагнозом инородное магнитное тело желудка — три магнитных шарика. При сборе анамнеза было выяснено, что, со слов родителей, ребенок проглотил круглые магнитные шарики около 3 суток назад. При осмотре состояние ребенка расценивалось как удовлетворительное, клинически значимых симптомов при инородных телах пищеварительного тракта не наблюдалось. Ребенку была

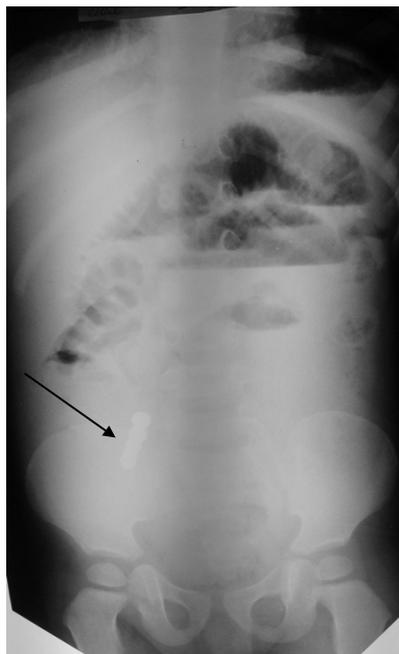


Рис. 5. Цепочка магнитных инородных тел.

выполнена обзорная рентгенограмма органов грудной и брюшной полостей с захватом шейного отдела пищевода в прямой проекции рис № 1.

Ребенок был госпитализирован в хирургическое отделение. После проведения клинико-лабораторных обследований пациенту выполнена диагностическая ЭГДС под масочно-ингаляционной анестезией. При эндоскопическом обследовании один магнитный шарик располагался в нижней трети пищевода. После удаления магнита со стороны пищевода форцептом «Крысиный зуб» в месте стояния инородного тела определялся глубокий пролежень, при этом перфорации выявлено не было (рис. 2, 3).

Два других магнитных шарика в сцепленном состоянии локализовались в области кардиального отдела желудка и были беспрепятственно удалены при помощи эндоскопического щипца (рис. 4).

После проведения консервативной терапии, направленной на заживление дефекта слизистой, пациент был выписан в удовлетворительном состоянии на 5 сутки без осложнений.

Данный клинический случай показывает необходимость госпитализации пациентов с множественными МИТ в верхних отделах пищеварительного тракта, а также проведения диагностической ЭГДС с последующим удалением инородных тел с целью исключения их дальнейшей миграции по ЖКТ.

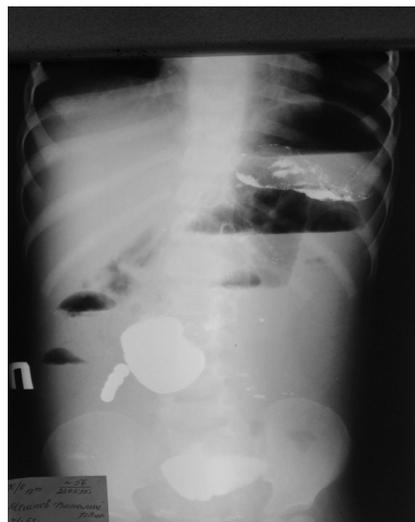


Рис. 6. Рентген-контрастное исследование того же пациента с явлениями кишечной непроходимости. Определяются чаши Клойбера и асимметричное расположение газов.

В 32-х (84,2%) наблюдениях пациенты с множественными магнитными инородными телами поступали в сроки от 2 часов до 4 недель и при появлении абдоминальных осложнений. При этом поступление магнитов в ЖКТ было с временным интервалом. Пациенты проглатывали от 2 до 8 магнитов.

Все больные с множественными магнитными шариками были разделены на 2 группы: контрольная группа — n = 10 и группа сравнения — n = 22.

Контрольная группа — 10 (26,3%) пациентов, удаление МИТ выполнялось оперативным путем после появления у детей клинической картины непроходимости кишечника или перитонеальных симптомов.

Пример из практики: Пациент К, 5 лет, история болезни № 23854/579, поступил в хирургическое отделение «ОДКБ» г. Ростова-на-Дону по санитарной авиации из области с диагнозом инородные магнитные тела ЖКТ. При поступлении у ребенка отмечалась субфебрильная температура, отсутствие аппетита, диспепсические явления, обращала на себя внимание асимметрия живота. Было выполнено рентгенологическое исследование органов брюшной полости. При рентгенографии в проекции правой подвздошной области определялась цепочка сцепленных магнитов общим количеством 5 штук (рис. № 5).

Рентгенографическое исследование в динамике позволяло констатировать существенное сближение инородных тел в проекции правой подвздошной области,

Таблица 2. Результаты лечения детей с множественными МИТ кишечника. n=32.

Группа	Сроки пребывания в ОРИТ	Средняя продолжительность стационарного лечения	Повторные оперативные вмешательства
Группа сравнения n =10 (100%)	4 к.д. [3,4;6] (3.00–6,5.00) 4,5±0,3	20 к.д. [25;36] (16.00–28.00) 22,6±1,3	2 (5,2%) пациента
Контрольная группа n =22 (100%)	2 к.д. [2,4;10] (2.00–11.00) 4,3±0,5	8 к.д. [4,5;14] (4.00–14.00) 8,4±0,4	-

что совпадало с периодом появления болевых ощущений, рвоты и перитонеальными явлениями (рис. 6).

При лапаротомии обнаруживались множественные перфорации в местах смыкания магнитов, произведена резекция петель кишечника с выведением на переднюю брюшную стенку двустольной илеостомы, что в последующем потребовало повторного оперативного вмешательства — закрытия стомы.

В контрольной группе пациентов во всех случаях выполнялась резекция прилегающих петель кишечника с перфорациями. У 8-х (21%) детей выведена двустольная илеостома с дренированием брюшной полости. Двоим (5,2%) пациентам выполнялась резекция петель кишечника с прикрытыми перфорациями с наложением прямого анастомоза конец в конец.

В группе сравнения — 22 (57,8%) пациента, у которых клинически были выявлены предикторы осложнений МИТ. В этой группе удаление инородных тел выполнялось до появления перитонеальных явлений и клиники кишечной непроходимости.

Клинико-рентгенологическими предикторами осложнений при магнитных инородных телах явились:

1. Сближение инородных тел на рентгенограмме менее чем 5 мм друг от друга.
2. Асимметрия живота, определяемая визуально и пальпаторно.
3. Беспокойство пациента с болями в животе.
4. Появление рвоты на фоне самостоятельного стула.

В группе сравнения при лапароскопии в местах слияния магнитов между петлями кишечника определя-

лись обратимые расстройства кровообращения. После удаления магнитов через разрезы в стенке кишки, не превышающие 0,5 см, осложнений не наблюдалось. Все дети были выписаны на 8–10 сутки после оперативного лечения в удовлетворительном состоянии.

Сравнительная характеристика результатов лечения двух групп пациентов представлена в таблице № 2.

Разница между контрольной группой статистически достоверна, $P < 0,05$.

Таким образом, установленные клинико-рентгенологические предикторы осложнений множественных магнитных инородных тел явились четкими показателями к активной хирургической тактике и удаления инородных тел без явлений перитонита, что позволило сократить сроки стационарного лечения и предотвратить повторные оперативные вмешательства.

Выводы

1. При локализации двух и более магнитных инородных тел в верхних отделах ЖКТ необходимо выполнение эзофагогастродуоденоскопии в экстренном порядке.
2. Установленные клинико-рентгенологические предикторы могут явиться объективным тестом предперфорации до появления симптомов перитонита.
3. При выявлении предикторов осложнений МИТ показана активная хирургическая тактика, включающая лапароскопию с удалением инородных тел до появления перитонита и без резекции кишечника, что позволит улучшить результаты лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wang K, Zhang D, Li X, Wang Z, Hou G, Jia X, Niu H, Qi S, Deng Q, Jiang B, Bian H, Yang H, Chen Y. Multicenter investigation of pediatric gastrointestinal tract magnets ingestion in China. // BMC Pediatr. – 2020. – vol. 20 (1). – P. 95. doi: 10.1186/s12887-020-1990

2. Speidel A.J., Wölfle L, Mayer B, Posovszky C. Increase in foreign body and harmful substance ingestion and associated complications in children: a retrospective study of 1199 cases from 2005 to 2017. // *VMC Peditr.* — 2020. — vol. 20 (1). — P. 560. doi: 10.1186/s12887-020-02444-8.
3. Соколов Ю.Ю., Ионов Д.В., Донской Дмитрий Владимирович, Туманян Г.Т., Вилесов А.В., Аллахвердиев И.С., Воробьев В.В., Коровин С.А., Стоногин С.В. Диагностика и лечение детей с магнитными инородными телами желудочно-кишечного тракта. // *Детская хирургия.* — 2013. — №6. — С. 10-13.
4. Халафов Р.В. Магнитные инородные тела в желудочно-кишечном тракте у детей. // *Детская хирургия.* — 2012. — № 2. — С. 51-52.
5. Аверин В.И., Голубицкий С.Б., Заполянский А.В., Валек Л.В., Никуленков А.В. Диагностика и лечебная тактика при магнитных инородных телах желудочно-кишечного тракта у детей. // *Новости хирургии.* — 2017. — Том 25. — №3. — С.317-324. doi:10.18484/2305-0047.2017.3.317
6. Strickland M, Rosenfield D, Fecteau A. Magnetic foreign body injuries: a large pediatric hospital experience. // *J Peditr.* — 2014. — Vol. 165 (2) — P. 332-335. doi: 10.1016/j.jpeds.2014.04.002
7. Centers for Disease Control and Prevention. Gastrointestinal injuries from magnet ingestion in children: United States 2004–2006 // *MMWR Morb.Mortal Wkly Rep.* — 2006. — Vol. 55. — P. 1296–1300.
8. Hernandez Anselmi E., Gutierrez San Roman C., Barrios Fontoba J.E. et al. // *J. Peditr. Surg.* — 2007. — Vol. 42. — P. E13–E16.
9. Sanjeev Dutta, Ario Barzin. // *Arch. Peditr. Adolesc. Med.* — 2008. — Vol.162, N2. — P. 123–125.
10. Карасева О.В., Тимофеева А.В., Брянцев А.В., Граников О.Д., Максумов А.А. Применение лапароскопии при осложненных инородных телах ЖКТ // XV Московский международный конгресс по эндоскопической хирургии, Москва. — 2011. — С.131-133.
11. Разумовский А.Ю., Смирнов А.Н., Игнатьев Р.О., Халафов Р.В., Тихомирова Л.Ю., Холостова В.В. // Магнитные инородные тела желудочно-кишечного тракта у детей. *Хирургия.* — 2012. — № 9. — С. 64–69.
12. Антонова Е.В., Холостова В.В., Халафов Р.В. Случай длительного нахождения инородных магнитных тел в желудке. // *Детская хирургия.* — 2013. — № 2. — С. 52–53.

© Бабич Игорь Иванович (babich-igor@yandex.ru), Багновский Игорь Олегович (bagnovskij@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Ростов-на-Дону

ВЫЯВЛЕНИЕ ОШИБОК ОТДАЛЕННОГО РЕЗУЛЬТАТА ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Закарова Альбина Насимовна

Ординатор? ФГАОУВО «Казанский (Приволжский)

Федеральный университет»

albina_zakarova@mail.ru

IDENTIFICATION OF ERRORS IN THE LONG-TERM RESULT OF ORTHOPEDIC TREATMENT

A. Zakarova

Summary. In modern orthopedic dentistry, a dentist has a large number of different designs that replace dental row defects in patients. However, each clinical case has its own limitations in their choice. Only a comprehensive examination of the patient can give us a long-term positive prognosis of the treatment, preventing undesirable results. This paper analyzes diagnostic errors on the example of a clinical case that led to an unpleasant complication after orthodontic and orthopedic intervention.

Keywords: diagnosis of complications, T-scan, prosthetics errors, Emax, supercontacts, metal ceramics, bridge prosthesis, mouthguards, retainers, occlusal ratios.

Аннотация. В современной ортопедической стоматологии у врача-стоматолога имеется большое количество различных конструкций, замещающих дефекты зубных рядов у пациентов. Однако для каждого клинического случая есть свои ограничения в их выборе. Только комплексное обследование пациента может дать нам долгосрочный положительный прогноз проведенного лечения, предотвращая от нежелательных результатов. В данной работе производится анализ ошибок диагностики на примере клинического случая, которые привели к неприятному осложнению после ортодонтического и ортопедического вмешательства.

Ключевые слова: диагностика осложнений, T-scan, ошибки протезирования, Emax, суперконтакты, металлокерамика, мостовидный протез, кап-пы- ретейнеры, окклюзионные соотношения.

Введение

На сегодняшний день все чаще наблюдается использование безметалловых конструкций в клинической практике, которые постепенно заменяют металлические и металлокерамические конструкции, превосходящие их по значительному количеству свойств, так как уровень исполнения высокоэстетичных конструкций заметно повысился, при сохранении функциональных характеристик [1]. Однако для достижения желаемого результата протезирования важны не только технические характеристики конструкционных материалов, а также качество исполнения и соблюдение всех клинических этапов лечения. Игнорирование этапов лечения могут в дальнейшем приводить к неприятным последствиям в виде ошибок или осложнений. Ошибки и осложнения в ортопедическом лечении в большинстве случаев связаны с врачебной тактикой, а именно с составлением плана лечения, опирающегося на всестороннее изучение анамнеза жизни и настоящего заболевания пациента, точно поставленного диагноза, диагностических критериев, инструментальных методов изучения клинического случая, правильности выбора конструкции, количества опорных зубов, а также их состояния [2].

При обследовании пациента необходимо тщательно относиться к этапам сбора анамнеза пациента, при наличии архивных рентгенологических снимков-обязательно их изучение, необходимо выяснять было ли проведено ортодонтическое лечение пациента по передвижению положения зубных рядов либо другие процедуры, повлекшие за собой изменения зубочелюстной системы, структуру, ширину, высоту, объем костной ткани вокруг зубов. Применение различных методов лучевой диагностики, КТ, рентгеноспектрального анализа, ТРГ способствует получению достоверных объективных данных, позволяющих избегать возможных ошибок и осложнений [3, 4].

Одним из важных этапов диагностики является проверка окклюзии. Она возможна как при первичном посещении пациента, так и во время лечения, после проведенных манипуляций. Как правило, применение архаичных методов диагностики дает начало к совершению ряда ошибок при изготовлении необходимых ортопедических конструкций или прямых реставраций. В связи с этим, для многих практикующих стоматологов важно выявление для себя более свежих, удобных, точных, но проверенных методов определения окклюзионных взаимоотношений. Выделяют разнообразные



Рис. 1



Рис. 2

методы диагностики окклюзионных контактов: осмотр, определение прикуса, маркировка копировальной бумагой контактов, анализ моделей челюстей, окклюдограмм, аппаратом T-scan, так же с помощью измерительных пленок Fujifilm Prescale [5, 6].

Цель

Выявить возможные причины допущенных ошибок протезирования.

Материалы и методы

В клинику обратилась пациентка Л., 46 лет, с жалобами на эстетическую неудовлетворённость, проявившуюся в выдвигании зуба 2.1 в вестибулярную сторону. (рис. 1,2)

Клиническое обследование проводилось по общепринятой методике. Из анамнеза было выявлено, что пациентка 8 месяцев назад в другой клинике проходила ортопедическое лечение несъемными безметалловыми конструкциями (виниры, коронки Еmax) на верхней и нижней челюсти, заключавшееся в замене мостовидных металлокерамических протезов, в области 1.2–1.1 и 2.1–2.2 на одиночные коронки. Со слов пациентки мостовидные протезы прослужили ей 20 лет, находились в состоянии, неудовлетворяющем пациентку. Так же 25 лет назад пациентке было проведено ортодонтическое лечение с использованием брекет-системы, о ко-

тором, как выяснилось, пациентка не предупредила врача, проводившего протезирование безметалловыми конструкциями в предыдущем лечебном учреждении.

Внешний осмотр: кожные покровы чистые, регионарные лимфатические узлы не увеличены, безболезненны при пальпации, открывание рта свободное, безболезненное.

Внутриротовое обследование: слизистая оболочка бледно-розового цвета, без видимых патологических изменений, умеренно увлажнена. Прикус: нейтральный.

Объективно: зубная формула

О	П	К	К	К	К	К	К	К	К	О						
8	7	6	5	4	3	2	1		1	2	3	4	5	6	7	8
О	К	К	К	К	К	К	К		К	К	К	К	К	К	О	

Зуб 2.1- краевое прилегание коронки нарушено, дистальный контакт с зубом 2.2 отсутствует, выдвигание зуба вестибулярно.

Было проведено изучение рентгенологических снимков, денальных макрофотографий, окклюзионных контактов аппаратом T-scan.



Рис. 3



Рис. 4

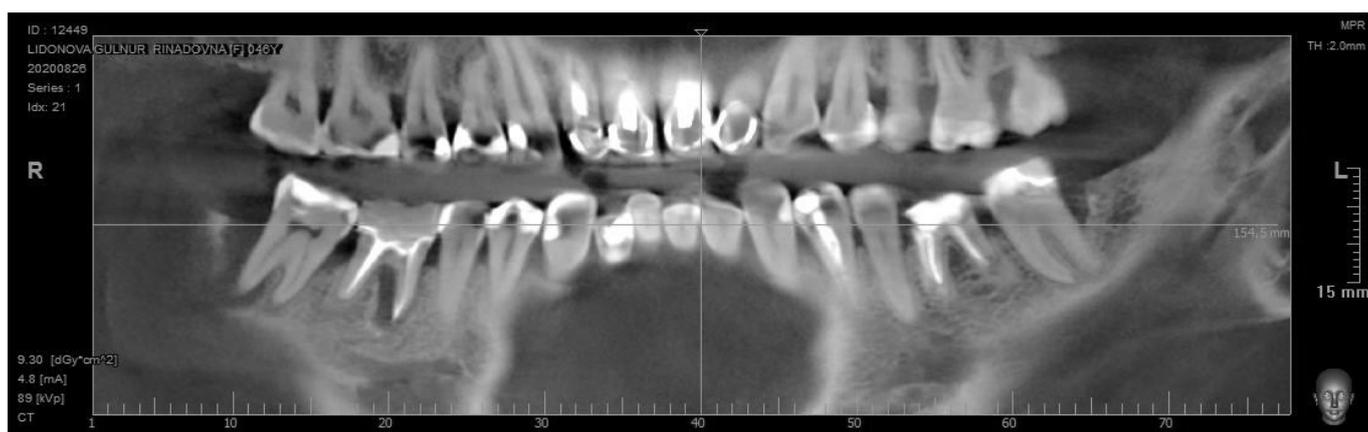


Рис. 5



Рис. 6

Результаты работы

По предоставленным фотографиям пациенткой до лечения и сделанными нами фотографиях в тех же проекциях, в сравнении было установлено отклонение зуба 2.1 в сторону преддверия. (рис. 3,4)

Нами было проведено изучение КТ-снимков пациентки до замены мостовидных протезов (рис. 5), а также после протезирования одиночными коронками (рис. 6), по которым в сагитальном разрезе было установлено изменение положения корня зуба 2.1 вестибулярно.

При проверке окклюзии копировальной бумагой — контакта на зубе 2.1 не было обнаружено. При исследовании аппаратом T- Scan не было выявлено точек контактов, что свидетельствует об дезокклюзии зуба 2.1 и выдвигании его в переднем положении.

Заключение

Таким образом, тщательный сбор анамнеза жизни, а также настоящего заболевания, может предотвратить и минимизировать риски возникновения ошибок, а также позволит прогнозировать стабильный долгосрочный результат.

На основе клинического случая было выявлено, что даже через длительный период времени после завершения ортодонтического лечения возможно формирование рецидива патологии прикуса, которое сопровождается нарушением окклюзионных контактов, выдвижением зубов вне зубной дуги.

Изучив анамнез, проведя осмотр, для оказания помощи пациентке можно предложить следующие варианты лечения: изготовление кап-ретенеров, элайнеров, а также мостовидных протезов 1.2–2.2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубов С.В., Рудаков В.А., Иванченко О.Н. Опыт применения системы CAD/CAM в цельнокерамическом протезировании // Российский стоматологический журнал. — 2011. — № 1. -С. 32–34.
2. Профилактика ошибок и осложнений при планировании и проведении ортопедического лечения Б.П. Марков, Н.А. Цаликова, Н.И. Крихели, Г.Б. Маркова — Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова — № 4[67]2017 DentalForum.
3. Методы рентгенологического обследования и современной лучевой диагностики, используемые в стоматологии Чибисова М.А., Батюков Н.М. // Институт стоматологии. 2020. № 3 (88). С. 24–33.
4. Хафизов Р.Г. Исследование костной ткани вокруг имплантатов с памятью формы с применением метода сканирующей электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа / Р.Г. Хафизов, М.З. Миргазизов // ТРУДЫ VI СЪЕЗДА СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ АССОЦИАЦИИ РОССИИ. — М., 2000. — С. 375.
5. Митин Н.Е., Набатчикова Л.П., Васильева Т.А. Анализ современных методов оценки и регистрации окклюзии зубов на этапах стоматологического лечения // Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова. 2015. № 3. С. 134–139.
6. Пичугина Е.Н., Пичугина Н.Н. Методы диагностики пациентов с окклюзионными нарушениями зубов и зубных рядов в сочетании с патологией височно-нижнечелюстного сустава и жевательных мышц // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2015. — Т. 5. № 12. — С. 1750–1752.

© Закарова Альбина Насимовна (albina_zakarova@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ АУГМЕНТАЦИОННОЙ МАММОПЛАСТИКИ КАК ОДНОГО ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ

Иванов Дмитрий Евгеньевич

Соискатель, Медицинский университет «Реавиз»,
г. Самара
maddoc2010@gmail.com

THE MAIN ASPECTS OF AUGMENTATION MAMMOPLASTY AS ONE OF THE PROMISING METHODS OF BREAST ARTHROPLASTY

D. Ivanov

Summary. Augmentation mammoplasty is one of the most frequently used surgical techniques in aesthetic breast surgery. Achieving the desired aesthetic result contributes to patient satisfaction with their appearance, improving their quality of life. The existing problems of this method (choice of the shape, size of implants, location, development of complications) are widely studied. Clinical trials are carried out at all stages of augmentation mammoplasty, new technologies are being developed aimed at achieving the optimal planned result and achieving absolute safety for the patient.

Keywords: augmentation mammoplasty, mammary glands, implants, capsular contracture, lymphoma.

Аннотация. Аугментационная маммопластика одна из самых часто применяемых оперативных методик в эстетической хирургии молочных желез. Достижение желаемого эстетического результата способствует удовлетворенности пациентов внешним видом, повышая качество его жизни. Существующие проблемы данного метода (выбор формы, размеров имплантов, места расположения, развития осложнений) широко изучаются. Проводятся клинические испытания на всех этапах аугментационной маммопластики, разрабатываются новые технологии, направленные на достижение оптимального запланированного результата и достижение абсолютной безопасности для пациента.

Ключевые слова: аугментационная маммопластика, молочные железы, импланты, капсульная контрактура, лимфома.

Введение

Большинство отечественных и зарубежных исследований подтверждают факт того, что эстетическое хирургическое вмешательство на молочных железах становится одним из наиболее востребованных направлений пластической хирургии, направленного на изменение внешнего вида молочных желез. (по поводу небольшого размера, потери формы).

Высокая частота применения данных хирургических методик связана с ростом неудовлетворенности женщин изначальными размерами молочных желез, потерей формы груди после родов. Это, в свою оче-

редь, негативно сказывается на психоэмоциональном состоянии женщины, значительно снижая качество жизни и усугубляя степень социальной дезадаптации.

Некоторые авторы даже полагают, что частота выполнения хирургических вмешательств на молочных железах по эстетическим показаниям в настоящее время превосходит те, которые выполняются для достижения оптимального лечебного результата при патологии.

В связи с этим, особый интерес представляет изучение основных аспектов аугментационной маммопластики-операции, направленной на увеличение размера или изменение формы груди с помощью имплантов.

Цель

Анализ литературных данных, посвященный вопросам аугментационной маммопластики.

При выполнении аугментационной маммопластики использование имплантов различной формы и величины способствует решению ряда вопросов, как врожденного (асимметрия, гипоплазия), так и приобретенного.

Тип грудных имплантатов может быть силиконовым, гелевым или физиологическим, по структуре — гладким или текстурированным. Рядом исследователей отмечено, что применение имплантов каплевидной формы позволяет добиться более естественного вида, что делает их предпочтительнее в практике аугментационной маммопластики с эстетической точки зрения.

Так, например, в работе Саидова М.С. и соавт. на примере 84 больных, обратившихся за хирургической помощью в отделение восстановительной хирургии Республиканского научного центра сердечно-сосудистой хирургии (РНЦССХ) за период с 2005 по 2015 гг. было доказано, что форма и характер поверхности имплантата непосредственно способны влиять как на ближайшие, так и отдаленные результаты при аугментационной маммопластике.

Применение каплевидных имплантатов более целесообразно как с точки зрения предотвращения развития послеоперационных осложнений, так и с точки зрения получения эстетического эффекта. Шероховатые имплантаты более удобны в использовании, имеют большую степень приживляемости и требуют разрезы меньшего размера относительно своих аналогов с гладкой поверхностью.

Увеличение в косметических целях обычно выполняется через инфрамаммарный или периареолярный разрез с размещением имплантата в субжелезистом, подмышечном или двухплоскостном положении.

Субжелезистое, субпекторальное и двухплоскостное — три наиболее часто используемых места расположения имплантата. Каждое из этих мест расположения карманов имеет определенные указания, а также ограничения. По сравнению с субжелезистым карманом, покрытие грудных мышц может уменьшить видимость и пальпируемость имплантата, а также снизить риск развития капсульной контрактуры. При этом вследствие уменьшения полноты нижнего полюса и четкости подгрудной складки значительно повышается риск развития бокового и верхнего смещения имплантата с формированием его неправильной формы.

Карман в двух плоскостях формирует более эстетичный контур нижнего полюса и позволяет избежать бокового или верхнего неправильного положения.

Методика двухплоскостного расположения имплантата является средством выбора при инволютивных изменениях молочной железы и позволяет создать условия максимально благоприятные именно для наполнения нижних отделов железы, а также обеспечить предпосылки к смещению сосково-ареолярного комплекса вверх как за счет сокращения большой грудной мышцы, так и в результате создания опоры для молочной железы за счет ее непосредственной поддержки нижним полюсом имплантата.

По мнению Ji K et al. применение двухплоскостной аугментации может обеспечить стабильный эстетический результат, который может сохраняться на протяжении 12 месяцев наблюдения [2].

Наиболее перспективным методом, позволяющим оценить послеоперационные морфологические изменения груди, является трехмерное (3D) сканирование. Это представляется достаточно важным, поскольку частота развития осложнений при аугментационной маммопластике продолжает оставаться высокой и создает серьезные физические, психические, профессиональные и экономические проблемы для пациентов, медицинских учреждений и лечащих врачей [3].

Так, например, в исследовании Mesa, Felipe MD, PhD et al., 2021 был выполнен ретроспективный анализ 9 691 пациентов, перенесших оперативное вмешательство по увеличению груди с помощью имплантатов в течение 5 лет в возрастной категории от 17 до 60 лет (в среднем 32 года) [4].

Частота инфицирования составила 0,38%). Основным изолированным микробом был *Staphylococcus aureus*, за которым следовали *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, *Serratia marcescens*, *Candida parapsilosis*, *Enterobacter cloacae* и пациент с *Mycobacterium fortuitum*. в обеих грудях. Было обнаружено, что нет никакой разницы в частоте инфицирования между пациентами, которым впервые увеличили грудь и заменили имплант по разным причинам (OR1,25, 95% ДИ 0,66–2,3, P= 0,49).

Ранние осложнения, приводящие к повторной хирургии после первичной увеличивающей маммопластики, обычно невысоки. Согласно сообщениям, частота ревизий через 3 года после первичной маммопластики составляет от 1,97% до 15% для силиконовых имплантатов и 13,2% для имплантатов, заполненных физиологическим раствором. В исследованиях с пери-

одом наблюдения от 6 до 12 лет частота повторной ревизии была от 0% до 1,2% [5].

Еще одним осложнением, наблюдаемом при данной операции является развитие капсульной контрактуры [6]. Почти половина случаев капсулярной контрактуры (41%) возникает в течение первых 2 лет имплантации, тогда как 80% — в течение первых 5 лет [7,8].

Частота повторных операций, связанных с неправильным положением имплантата после первичного увеличения груди, составляет 4,7–5,2% [9]. Кроме того, значительно повышается риск развития связанной с грудным имплантатом анапластической крупноклеточной лимфомы (BIA-ALCL-CD30 + Т-клеточной лимфомы с плеоморфными ядрами) [10].

Представленные данные являются предпосылкой для последующего более детального анализа результатов аугментационной маммопластики на основании клинических результатов. Прогресс в создании биоматериалов для груди с использованием технологии 3D-биопечати может способствовать созданию идеального имплантата, безопасного для пациента и не приводящего к появлению нежелательных эффектов [11].

ВЫВОД

Дальнейшее изучение и совершенствование аугментационной маммопластики с минимизацией рисков развития послеоперационных осложнений является перспективным направлением в современной пластической хирургии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саидов М.С. Эффективность аугментационной маммопластики в зависимости от формы и объема имплантата / М.С. Саидов, Дж.А. Ходжамуродова, Г.М. Ходжамуродов, М.М. Исмоилов, А.В. Гулин, А.Х. Шаймонов // Вестник ТГУ. 2016. Т. 21, № 2.
2. Ji K. A Prospective Study of Breast Dynamic Morphological Changes after Dual-plane Augmentation Mammoplasty with 3D Scanning Technique / K Ji, J Luan, C Liu, D Mu, L Mu, M Xin, et al // PLoS ONE. 2014. 9(3): e93010.
3. Zapata-Copete J. Antibiotic prophylaxis in breast reduction surgery: a systematic review and meta-analysis / J Zapata-Copete, S Aguilera-Mosquera, HA García-Perdomo // J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2017;70:1689–1695.
4. Mesa F Study of Infections in Breast Augmentation Surgery with Implants in 9,691 Patients over 5 Years / F Mesa, S Cataño, O Tuberquia // Plastic and Reconstructive Surgery — Global Open: August 2021 — Vol 9. № 8. P. e3752.
5. Khan UD. Muscle-splitting, subglandular and partial submuscular augmentation mammoplasties: a 12-year retrospective analysis of 2026 primary cases. Aesthetic Plast Surg. 2013. Vol. 37, № 290. P. 302.
6. Headon H, Kasem A, Mokbel K. Capsular contracture after breast augmentation: an update for clinical practice. Arch Plast Surg. 2015. Vol. 42, № 5. P. 532–543.
7. Calobrace MB. Risk Factor Analysis for Capsular Contracture / MB Calobrace, WG Stevens, PJ Capizzi, et al. // Plastic Reconstr Surg. 2018. № 141. P. 20S–28S
8. MB Calobrace. Risk Factor Analysis for Capsular Contracture / MB Calobrace, WG Stevens, PJ Capizzi, et al // Plastic Reconstr Surg. 2018. № 141. P. 20–28
9. Hidalgo DA. JA Spector Breast augmentation. Plast Reconstr Surg, 2014. Vol. 133. № 4. P. 567e–583e
10. Collins MS. Characteristics and treatment of advanced breast implant-associated anaplastic large cell lymphoma / MS Collins, RN Miranda, LJ Medeiros, et al // Plast Reconstr Surg. 2019. № 143. P. 41–50
11. Park J.-H. Advances in Biomaterials for Breast Reconstruction / JH Park, JU Park, H Chang // Appl. Sci. 2021. № 11. P. 7493

© Иванов Дмитрий Евгеньевич (maddoc2010@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ ТРАВМЫ КОНЦЕВОЙ ФАЛАНГИ ПАЛЬЦЕВ КИСТИ

Калита Екатерина Романовна

Аспирант, Военно-медицинская академия имени

С.М. Кирова

kalita.ekaterina@yandex.ru

MODERN APPROACHES TO TREATMENT OF TERMINAL FINGER PHALANX TRAUMA

E. Kalita

Summary. It performed the analysis of literature data on the features of surgical treatment of the fingers distal phalanx trauma. The methods of treatment are considered, it is noted that the methods of closing burn and wound defects of the hand are characterized by the following features: autodermoplasty of the wound with free split skin flaps allows to close large wound defects, plastic surgery of wounds with free full-thickness skin flaps also does not require special equipment and surgeon training, characterized by a high rate of survival in the wound area. Plastic surgeries with the use of flaps with preserved blood supply make it possible to close burn and wound defects of the hand with the highest quality due to the restoration of power supply to the injured area through the flap.

Analysis of the literature has shown that the main mistakes in the treatment of these injuries are the unjustified refusal from primary surgical debridement of the wound and irrational surgical debridement of the finger stumps.

Treatment of burn and cold injuries also often includes amputation of the fingers phalanges, which ultimately leads to disability and a significant decrease in the quality of life of the victims. When treating the consequences of injuries and burns, finger stumps are formed on the basis of the personal experience of each particular surgeon, «generally accepted» rules and other, mainly biased criteria.

It is necessary to determine the most optimal options for preserving the anatomical integrity of the organ and the function of fingers for skin grafting in patients with deep burns, with extensive lacerated wounds and post-burn deformities of the hand.

Keywords: finger injury, burn, terminal phalanx, amputation, plastic surgery, skin flap, graft.

Аннотация. Выполнен анализ литературных данных об особенностях хирургического лечения травмы дистальной фаланги пальцев кисти. Рассмотрены подходы к их лечению, отмечено, что методы закрытия ожоговых и раневых дефектов кисти характеризуются следующими особенностями: аутодермопластика раны свободными расщепленными кожными лоскутами позволяет закрыть значительные по площади раневые дефекты, пластика ран свободными полнослойными кожными лоскутами также не требует специального оборудования и подготовки хирурга, характеризуется высокой частотой приживаемости в области раны. Пластические операции с использованием лоскутов с сохраненным кровоснабжением, позволяют наиболее качественно закрыть ожоговые и раневые дефекты кисти за счет восстановления питания травмированной зоны через лоскут.

Анализ литературы показал, что основными ошибками лечения этих повреждений являются необоснованный отказ от первичной хирургической обработки раны и нерациональная хирургическая обработка культей пальцев.

Лечение ожоговой и холодовой травмы также нередко включает ампутацию фаланг пальцев кисти, что в итоге приводит к инвалидизации и значительному снижению качества жизни пострадавших. При лечении последствий травм и ожогов культи пальцев формируются на основе личного опыта каждого конкретного хирурга, «общепринятых» правил и других, преимущественно необъективных критериев.

Необходимо определение наиболее оптимальных в отношении сохранения анатомической целостности органа и функции пальцев вариантов кожной пластики у больных с глубокими ожогами, с обширными рвано-скальпированными ранами и послеожоговыми деформациями кисти.

Ключевые слова: травма пальцев кисти, ожог, концевая фаланга, ампутация, пластика, кожный лоскут, трансплантат.

Введение

Повреждения кисти составляют в структуре травматизма в последние десятилетия 30 до 50% [1, 2]. При этом отмечается высокая частота выходов на инвалидность пострадавших после этой травмы [3–6]. Одним из тяжёлых повреждений является

травматическое отчленение сегментов кисти, при этом в структуре причин инвалидности от доля ампутированной культи составляет 54–67% [7]. Показано, что потеря I пальца приводит к снижению трудоспособности кисти на 50%, II — на 20%, III — на 15%, IV — на 10%, V пальца — на 5%, а при утрате функции нескольких пальцев потеря функции суммируется [1, 2, 6, 8].

Пальцы рук часто повреждаются в результате профессиональной, хозяйственной и бытовой деятельности. Ампутация фаланг пальцев кисти может произойти в результате различных травм, а также явиться следствием ожогов и обморожений. Терминальные отделы конечностей как рук, так и ног, чаще всего страдают от переохлаждения [9]. Повреждения в виде отморожений, отчленений или размозжений пальцев, приводят к инвалидности в случаях 25–28% таких травм, в отдельных отраслях (лесоперерабатывающая, угольная промышленность) значение этого показателя достигает 60% [9]. Американские авторы указывают, что в США ежегодно выполняется до 45 000 ампутаций пальцев, показатель заболеваемости в отношении повреждений фаланг пальцев кисти составляет 7,5 на 100 000 человек [2]. У детей травмы дистальных фаланг составляют две трети всех травм верхней конечности [3].

После ампутации дистальной фаланги может развиться ряд осложнений, в том числе нарушения заживления раны, гиперчувствительность, болевые ощущения, непереносимость холодных воздействий, ретракция рубца, гибельная контрактура, хронические язвы, инфекционные осложнения [10–14]. Необходимость комплексного лечения, включающего восстановление десмо-мио-артро-остеогенного компонента, обуславливает в первую очередь важность адекватного восстановления дерматогенного компонента, так как нормальная функция кисти возможна лишь при обеспечении целостности кожных покровов [15–19]. Однако принципы выбора тактики и методов кожно-пластических операций при «свежих» термических поражениях кисти изучены недостаточно, представленные в литературе сведения практически не систематизированы, не разработаны общепринятые алгоритмы ведения данной категории пострадавших.

Цель работы

Анализ литературных данных об особенностях хирургического лечения травмы дистальной фаланги пальцев кисти.

Методы лечения травматических ампутаций дистальной фаланги пальцев кисти

Ряд авторов указывает, что в целом подходы к лечению травм дистальной фаланги пальцев кисти в значительной степени определяются характером травмы, в первую очередь — геометрическими характеристиками ампутированного фрагмента (поперечный, косой, ладонный или дорсальный) и степени его травмирования. Косая ампутация может характеризоваться переднезадним или латеральным наклоном. Другими факто-

рами, влияющими на тяжесть данной травмы, являются «чистый срез» либо «размозжение» (раздавливание), а также размеры дефектов тканей [7, 12, 20, 21].

Первоначальное клиническое обследование травмированной фаланги проводят, как правило, без анестезии, чтобы точно оценить сенсорную и моторную функцию кончика пальца.

Консервативное лечение

В ряде случаев при относительно легких повреждениях дистальной фаланги пальца проводится консервативное лечение с целью ускорения вторичного заживления, при этом используются простые повязки. Как правило, происходит быстрое заживление раны, функции пальцев восстанавливаются. Применение подобного подхода рекомендуется при величине ампутации фаланги пальца менее 2 см, в большинстве случаев достигается восстановление функциональности пальцев [12].

Метод применяется также у детей при травмах с обнажением кости. При этом в процессе лечения рана заживает вторичным натяжением, производятся ее обычные перевязки. Обнаженная кость и сухожилия генерируют образование грануляций, которые обеспечивают процессы регенерации и заживления раны [20].

Champagne L. et al. (2016) считает, что при обнажении кости длительность заживления раны значительно увеличивается. Процесс происходит за счет постепенного образования грануляций, покрывающих в итоге обнаженную кость. Размеры раны со временем уменьшаются, образуется рубец, покрывающий культю фаланги [13].

Хирургическое лечение с закрытием раны первичным натяжением

В более тяжелых случаях при ампутации дистальной фаланги требуется хирургическое вмешательство. При этом первичное закрытие раны требует укорочения выступающих костей или костных отломков. Wang K. et al. (2013) отмечают, что ревизионная ампутация кончика пальца является наиболее часто используемым методом лечения повреждения дистальной фаланги пальцев кисти [6]. Выполнение этого вмешательства, как правило, сопровождается потерей исходной длины пальца, потерей части кожного покрова, ногтя. Все это в дальнейшем способствует функциональным нарушениям кисти пострадавшего.

В целом ревизионная ампутация приводит, как правило, к приемлемым результатам лечения. Одним

из недостатков подобного метода лечения является непереносимость в дальнейшем пониженной температуры, что может быть вызвано повреждением нервных окончаний [22, 23].

Особенности выполнения пластических операций при травмах дистальных фаланг кисти

В условиях стационарного лечения основными методами восстановления тканевых дефектов при повреждениях фаланг пальцев кисти является пластика местными тканями и ладонными лоскутами. Выбор способа пластики зависит от размеров, формы дефекта и состояния воспринимающего ложа [17, 21].

Учитывая особенности термических травм кисти, следует отметить, что обширные глубокие могут затрагивать все структуры и ткани кисти, в результате чего наблюдаются существенные нарушения микрососудисто-капиллярной трофики кожных лоскутов, которые могут быть использованы при выполнении пластики. Достаточно сложным представляется выполнение адекватно функционирующего сосудистого анастомоза у пациента, перенесшего термическую травму. Это возможно лишь в случае замещения небольшого участка тканей при оперативном лечении ограниченного по площади ожога либо небольшой зоны послеожогового рубца с формированием микрососудистого анастомоза вне зоны поражения [24–28].

Методы закрытия ожоговых и раневых дефектов кисти характеризуются следующими особенностями:

1. Аутодермопластика раны свободными расщепленными кожными лоскутами позволяет закрыть значительные по площади раневые дефекты, выполнять операции в отдаленном посттравматическом периоде, не требует специальной подготовки хирурга и наличия сложного оборудования (кроме дерматома); приживаемость трансплантатов высокая, кожные лоскуты легко моделируются; пациент имеет возможность уже в раннем послеоперационном периоде обслуживать себя, при этом могут быть начаты реабилитационные мероприятия, направленные на восстановление функции кисти.
2. Пластика ран свободными полнослойными кожными лоскутами также не требует специального оборудования и подготовки хирурга, характеризуется высокой частотой приживаемости в области раны. При использовании этого метода в отдаленном послеоперационном периоде не отмечается выраженного образования рубцовых изменений кожи в зоне повреждения. Это способствует активной реализации восстанови-

тельных операций в отношении функции кисти, позволяя при необходимости выполнять в дальнейшем реконструктивно-восстановительные операции на сухожильно-связочном аппарате и суставах.

3. Пластические операции с использованием лоскутов с сохраненным кровоснабжением, а также лоскутов на микрососудистом анастомозе позволяют наиболее качественно закрыть ожоговые и раневые дефекты кисти, в том числе глубокие дефекты с вовлечением всех структур (вплоть до костей), за счет восстановления питания травмированной зоны через лоскут и последующей ревазуляризации. Такой подход позволяет сохранить кисть как орган, в последующем выполнить весь комплекс необходимых оперативных реабилитационных мероприятий по восстановлению сухожильно-связочного аппарата, восстановления функции суставов, в том числе путем эндопротезирования мелких суставов кисти, а также при необходимости выполнять операции на костных структурах, как, например, удлинение с помощью выполнения distraction [29, 30].

Одним из вариантов пластики при ампутации дистальной фаланги пальца является трансплантация полноценного кожного лоскута из области гипотенара, которая применяется при недостаточной площади кожи в области ампутированной фаланги. Ramsey M.L. et al. (2018) предлагают применение подобного подхода в тех случаях, когда невозможно заживление раны вторичным натяжением, но в то же время имеет место нехватка кожи для ее закрытия кожным лоскутом [22]. Simman R, Hermans M.H. (2017) показали возможность эффективности применения такого подхода с использованием матрицы из этерифицированной гиалуроновой кислоты (eHAM), что позволило авторам достичь полного закрытия кости и, в конечном итоге, заживления раны [12].

При недостатке кожи также могут быть использованы кожные лоскуты, взятые из других областей конечности либо туловища [23]. Такой подход позволяет в ряде случаев избежать выполнения полной ампутации фаланги. При этом обеспечивается сохранение длины пальца, хотя реконструктивные мероприятия и реплантация кожного лоскута требует, как правило, длительной иммобилизации и характеризуется длительным периодом реабилитации [5].

Использование лоскутов из близлежащих областей является, как правило, наиболее эффективным и характеризуется низкой частотой осложнений в донорском участке. Примеры локальных лоскутов включают латеральный лоскут VY по Кутлеру (Kutler), лоскут Atasoy Kleinert V-Y и лоскут Моберга (Moberg) (из области тенара) [5, 20, 23].

Регионарные лоскуты могут быть использованы при большой площади раны, обычно это лоскут тенара, лоскут противоположного пальца, Н-тенар-лоскут [12, 23].

Также применяются «островковые» лоскуты на сосудисто-нервной ножке. Преимуществами этих видов лоскутов являются:

- ◆ возможность уменьшения длительности иммобилизации (по сравнению с лоскутом с тенара или противоположного пальца);
- ◆ возможность восстановления чувствительности кончиков пальцев [13].

В настоящее время варианты хирургических вмешательств и предпочтения специалистов в мире существенно различаются во всем мире, однако большинство предпочитают использовать так называемые «чувствительные» лоскуты. Эти лоскуты на ножке сосудистой ножке, расположенные антеретроградно по отношению к пальцевой артерии, часто используются при травмах дистальной фаланги пальцев кисти. Также все реже используются классические классические лоскуты в виде «откидных створок» с «перекрестных» пальцев [15, 21].

Чувствительные гомодигитальные антероградные лоскуты на ножке пальцевой артерии часто используются при хирургическом лечении дистальных фаланг для восстановления большого пальца и кончиков фаланг пальцев.

Лоскуты Моберга и различные VY-лоскуты обычно используются при относительно небольших потерях тканей фаланг, а также при обнажении кости. Модификации лоскутов Моберга с изоляцией и мобилизацией сосудисто-нервных пучков проксимальнее лоскута, использование расширенной модификации лоскута Сегмюллера (Segmuller) — все эти приемы повышают эффективность пластических операций, выполняемых с целью закрытия раневых дефектов концевых фаланг [23, 26].

Восстановление целостности фаланги пальца

Важнейшей задачей лечения рассматриваемой травмы является восстановление целостности дистальной фаланги. Методы, используемые при отчленении фаланги, подразделяют на 3 основные группы:

1. реплантация ампутированной части фаланги в различных модификациях;
2. реконструкция отсутствующей фаланги при помощи методов пластики;
3. сочетание элементов реплантации и реконструктивной микрохирургии.

Березуцкий С.Н., Воловик В.Е. (2006) описали метод «repositionflap», относящийся к последней группе. Суть этого подхода сводится к выделению и фиксации костной составляющей ампутированного сегмента с применением одного из видов лоскутов на питающей сосудистой ножке. Кость и ногтевая пластинка являются при данной методике свободными трансплантатами [31].

Следует отметить и интенсивно развивающееся в последние десятилетия область — применение различных синтетических и биоинженерных материалов, которые применяются при хирургическом лечении повреждений дистальных фаланг пальцев кисти. К настоящему времени разработаны различные матрицы для закрытия ран, способствующие процессам регенерации кожного покрова (например, Integra). Эти матрицы обеспечивают поддержание адекватной влажной среды, которая способствует росту грануляционных тканей на обнаженной кости в течение примерно 2 недель. Реализация на первом этапе лечения такого подхода облегчает дальнейшую трансплантацию кожного лоскута, который накладывается сверху на подложку из подобной биосинтетической матрицы [10, 26].

Осложнения

После ампутации дистальной фаланги пальца кисти может возникнуть ряд осложнений, включая замедленное заживление раны, деформацию ногтей с нарушениями внешнего вида кисти, гиперчувствительность, остаточные болевые ощущения, непереносимость низких температур, ретракция рубца, сгибательные контрактуры, хронические изъязвления, инфекционные осложнения, отторжение лоскута [24]. Задержка заживления раны, как правило, обусловлена нарушениями технологии ее обработки и удаления некротизированных тканей, также этому может способствовать чрезмерной натяжение при выполнении закрытия раны. Отмечаются случаи развития некроза краев раны [25].

Рубцы либо атрофические изменения мягких тканей тактильных областей могут способствовать развитию гиперчувствительности кончиков пальцев. Чтобы избежать подобного осложнения, рекомендуется использование для закрытия раны лоскута, толщина которого соответствует толщине пульпы [15].

Результаты клинических исследований по лечению повреждений пальцев кисти

В доступной литературе имеется небольшое количество сообщений, в которых проанализировано использование различных подходов к лечению рассматриваемой травмы. Так, Яковлевым С.В. (2015) был проведен

сплошной ретроспективный анализ результатов лечения пациентов с повреждением кисти: глубокими ожогами III степени (по МКБ-10). Выбора пострадавших, включенных в исследование, включала 103 пациента, из них с 62 человека с послеожоговой деформацией с контрактурами суставов пальцев II–III–IV степени по Паринуа, 12 пациентов с обширными рвано-скальпированными ранами кисти. 48 пострадавшим была выполнена пластика ран лоскутами с сохраненным кровоснабжением (5 — островковым лоскутом предплечья с ретроградным кровотоком, 43 больным — ротационным кожно-жировым лоскутом с передней брюшной стенки), 31 пострадавшему — пластика полнослойным кожным лоскутом, 6 — лоскутом с микрососудистым анастомозом, 81 пациенту — расщепленным кожным лоскутом. В лечении 11 пациентов авторы использовали комбинацию различных видов пластики.

По результатам работы автором было показано, что при лечении пациентов с глубокими ожогами III степени, послеожоговой деформацией кисти и обширными рвано-скальпированными ранами допустимо использование всего спектра кожно-пластических операций. При этом оптимальным, по мнению автора, является осуществление пластики кожными лоскутами с сохраненным кровоснабжением и полнослойными лоскутами. Показано, что применение этих методов способствует сохранению кисти, позволяя в максимальной степени восстановить ее функцию. Использование такого подхода в дальнейшем обеспечивает возможность выполнения этапного восстановления сухожильно-связочного аппарата, подвижности суставов кисти, а также осуществления эндопротезирования суставов [32].

Петрушиным А.Л. (2013) был выполнен анализ лечебно-диагностических мероприятий на основных этапах оказания медицинской помощи пациентам с травматическими ампутациями кисти в сельском районе. Проведено обсервационное исследование с участием 115 пациентов в возрасте от 14 до 67 лет с полными и неполными травматическими ампутациями сегментов кисти.

При анализе выполненных вмешательств автор показал, что пластика местными тканями выполнялась при наличии торцовых и ладонных дефектов, не превышающих в размерах полуторного диаметра поперечника поврежденного пальца. В то же время при наличии гильотинного торцового дефекта концевой части дистальной фаланги, включающего её бугристость и свободный край ногтевой пластинки, выполнялась ладонная V-Y-пластика. Для латеральных дефектов, распространяющихся не далее середины дистальной фаланги, использовались два встречных треугольных кожно-подкожных ладонно-боковых V-Y-лоскута с вер-

шиной, обращенной проксимально (Kutler flap). В ножку лоскутов включали подкожную жировую клетчатку, формируя при этом мостик шириной не менее 2–3 мм, не скелетируя сосуды и нервы. [33]

При мобилизации V-лоскутов вертикальные соединительнотканые перемишки пересекали между браншами зажимов-москитов, что предупреждало повреждение окружающих тканей. Подобная мобилизация позволяла выдвинуть лоскут дистально на 1–1,2 см. При наличии дефектов неправильной формы, захватывающих диафиз дистальной фаланги, использовали флажковые лоскуты, выкроенные на боковых и ладонной поверхностях культи пальца.

Донорскую рану закрывали с помощью узловых швов или полнослойного кожного трансплантата, взятого с медиальной поверхности предплечья. Пластика флажковыми лоскутами использована при восстановлении покровных дефектов на 31 пальце. При наличии торцовых дефектов оснований дистальных фаланг, а также диафизарной части средних и проксимальных фаланг использовали выдвижные забралообразные лоскуты по R. Klapp.

Для восстановления дефектов основания дистальных фаланг выдвигали ладонный лоскут, для восстановления дефектов средних и проксимальных фаланг — тыльный лоскут. Ширина выдвигаемого лоскута соответствовала диаметру дефекта. Донорскую рану удавалось ушить узловыми швами после мобилизации её проксимального края. Данный способ пластики использован у 32 пациентов. У 6 больных с косо-поперечными ладонными дефектами дистальных фаланг трёхфаланговых и 4 пациентов с дефектами I пальца использован способ Molberg. Мобилизацию лоскута на I пальце выполняли до основания, на трёхфаланговых пальцах — до средней трети проксимальной фаланги. При мобилизации лоскута на трёхфаланговых пальцах в него включали лишь один боковой сосудисто-нервный пучок или сохраняли отходящую от него на границе середины средней фаланги тыльную артериальную ветвь. У 11 пациентов для закрытия культи средних и проксимальных фаланг использован мягкотканый ладонный фрагмент, утративший вследствие травмы костные структуры, но частично сохранивший аксиальный кровоток по одной из питающих артерий (fillet flap) [33].

Пластику полнослойным трансплантатом использовали при наличии тыльных и ладонных дефектов, дном которых были хорошо кровоснабжаемые ткани (подкожная клетчатка, фасции). Забор трансплантата осуществляли с медиальной поверхности средней трети предплечья или ульнарной поверхности кисти, ис-

пользуя инфильтрацию подлежащих тканей 0,5–0,25% раствором прокаина (новокаина) для гидравлической препаровки. Техника выполнения была аналогична используемой при пластике утильной кожей. Полнослойный трансплантат применяли также для закрытия донорских дефектов при различных видах отдалённой лоскутной пластики.

Для закрытия дефектов фаланг использовали ладонный лоскут. Относительным противопоказанием считали возраст старше 50 лет ввиду возможности развития стойкой постиммобилизационной контрактуры. У 19 пациентов лоскут выкраивали в области возвышения I пальца, у 3 пациентов — в области возвышения V пальца. Тенарный лоскут применяли для реконструкции дефектов I–IV пальцев, гипотенарный — для реконструкции дефектов V пальца. Лоскут с проксимально ориентированной питающей ножкой использовали у 19 пациентов, у которых длина дефекта не превышала ширину более чем в 1,5 раза. При наличии длинных косых дефектов, распространяющихся на среднюю фалангу, использовали лоскут с латерально ориентированной питающей ножкой и радиально расположенным её основанием. У 4 пациентов выполнили одновременное замещение дефектов двух пальцев [33].

Лоскуты на питающих ножках, выкроенные в отделённых областях, использованы у 2 пациентов с циркулярным скальпированием II и IV пальцев. Лоскуты выкраивали из покровных тканей передней брюшной стенки. У пациента с дефектами покровов II пальца был использован метод Блохина–Конверса, у пациента с дефектами покровов IV пальца — острый филатовский стебель. Фиксацию конечности к туловищу выполняли путём использования импровизированных гипсовых повязок типа Дезо. Отсечение стеблей выполнено соответственно на 21-е и 23-е сутки. Оставшиеся после отсечения кожные дефекты брюшной стенки ушивали узловыми швами.

По результатам проведенного анализа осложнения в послеоперационном периоде развились у 11 (11,2%) пострадавших, в том числе: нагноение раны, остеомиелит, чаще всего некроз кожного лоскута или трансплантата. Причиной развития осложнений были технические погрешности при выполнении кожной пластики, неправильный выбор способа замещения покровных тканей и наличие сопутствующей патологии, негативно влияющей на течение раневого процесса (хронический алкоголизм, сахарный диабет). При осложнённом течении послеоперационного периода сроки стационарного лечения увеличивались в 2 раза.

Последующее выполнение реконструктивных оперативных вмешательств потребовалось 8 (7,0%) паци-

ентам. Частота ограниченной трудоспособности составила 12,8% от общего количества пациентов, которым проводилось лечение в стационаре.

Анализ ошибок при лечении пациентов с травматическими ампутациями сегментов кисти показал, что основной из них был отказ от первичной хирургической обработки раны на амбулаторном этапе. Попытки восстановления покровных тканей путём ушивания культи заканчивались прорезыванием наложенных швов и вторичным заживлением ран. Основная тактическая ошибка, по мнению автора, заключалась в укорочении культи пальца при её ушивании у 3 (3,1%) из 98 пациентов, при этом в основе этих ошибок лежат недостаточные знания специалистами анатомических и физиологических особенностей кисти и пальцев [33].

Заключение

Травматические ампутации сегментов кисти представляют серьёзную социально-экономическую проблему, поскольку чаще эти травмы отмечаются у пациентов трудоспособного возраста. Анализ литературных данных свидетельствует, что основными ошибками лечения этих повреждений являются необоснованный отказ от первичной хирургической обработки раны и нерациональная хирургическая обработка культи пальцев.

Лечение ожоговой и холодовой травмы также нередко включает ампутацию фаланг пальцев кисти, что в итоге приводит к инвалидизации и значительному снижению качества жизни пострадавших. Следует отметить, что при лечении последствий травм и ожогов культи пальцев формируются на основе личного опыта каждого конкретного хирурга, «общепринятых» правил и других, преимущественно необъективных критериев. В научной литературе этому уделяется недостаточно, на наш взгляд, внимания. Практические рекомендации сводятся, как правило, к нескольким общим советам, из которых на первом месте стоит укорочение кости, упрощающее последующее формирование кожных лоскутов для закрытия раны.

Вышеизложенное свидетельствует о необходимости определения наиболее оптимальных в отношении сохранения анатомической целостности органа и функции пальцев вариантов кожной пластики у больных с глубокими ожогами, с обширными рвано-скальпированными ранами и послеожоговыми деформациями кисти. Следует определить и обосновать принципы выбора тактики и метода кожно-пластической операции при «свежем» ожоге кисти, а также при обширных послеожоговых рубцах и выраженной послеожоговой деформации кисти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kawaiah A, Thakur M, Garg S, et al. Fingertip Injuries and Amputations: A Review of the literature. *Cureus*. 2020; 12(5): e8291. doi: 10.7759/cureus.8291
2. Reid DBC, Shah KN, Eltorai AEM, Got CC, Daniels AH: Epidemiology of finger amputations in the united states from 1997 to 2016. *JHS GO*. 2019; 1: 45–51. doi: 10.1016/j.jhsg.2019.02.001
3. Peterson SL, Peterson EL, Wheatley MJ: Management of fingertip amputations. *J Hand Surg Am*. 2014; 39: 2093–101. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.04.025
4. Tang JB, Elliot D, Adani R, Saint-Cyr M, Stang F: Repair and reconstruction of thumb and finger tip injuries: a global view. *Clin Plast Surg*. 2014; 41:325–59. doi: 10.1016/j.cps.2014.04.004
5. Lee DH, Mignemi ME, Crosby SN: Fingertip injuries: an update on management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013; 21: 756–66. doi: 10.5435/JAAOS-21-12-756
6. Wang K, Sears ED, Shauver MJ, Chung KC. A systematic review of outcomes of revision amputation treatment for fingertip amputations. *Hand (N Y)*. 2013; 8:139–45. doi: 10.1007/s11552-012-9487-0
7. Tang JB, Elliot D, Adani R, Saint-Cyr M, Stang F. Repair and reconstruction of thumb and finger tip injuries: a global view. *Clin Plast Surg*. 2014; 41(3):325–59. doi: 10.1016/j.cps.2014.04.004.
8. Бугаев Д.А., Горбунков В.Я. Особенности хирургического лечения больных с травмами и заболеваниями кисти, приводящих к ампутации пальцев. 16-я ежегодная Неделя медицины Ставрополя. Сборник научных статей. 2012: 45–46.
9. Юрина Ю.О., Атаев И.Г., Романов С.А., Саркисян А.М. Лечение пациента с осложненной инфекцией кожи и мягких тканей в результате обморожения (клинический случай). Тольяттинский медицинский консилиум. 2015; 3–4: 98–102.
10. Wolfe SW, Pederson WC, Hotchkiss RN, Kozin SH, Cohen MS: *Green's Operative Hand Surgery: The Pediatric Hand E-Book*. Elsevier Health Sciences, Philadelphia, PA; 2010. doi: 10.1007/s00590-009-0512-0
11. Schecker LR, Becker GW. Distal finger replantation. *J Hand Surg Am*. 2011; 36:521–8. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.12.017
12. Simman R, Hermans MH. Managing wounds with exposed bone and tendon with an esterified hyaluronic acid matrix (eHAM): a literature review and personal experience. *J Am Coll Clin Wound Spec*. 2017; 9:1–9. doi:10.1016/j.jccw.2018.04.002
13. Champagne L, Hustedt JW, Walker R, Wiebelhaus J, Nystrom NA. Digital tip amputations from the perspective of the nail. *Adv Orthop*. 2016; 2016:1967192. doi: 10.1155/2016/1967192
14. Ni F, Appleton SE, Chen B, et al. Aesthetic and functional reconstruction of fingertip and pulp defects with pivot flaps. *J Hand Surg Am*. 2012; 37: 1806–11. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.05.003.
15. Woo SH, Kim YW, Cheon HJ, Nam HJ, Kang DH, Kim JM, Ahn HC: Management of complications relating to finger amputation and replantation. *Hand Clin*. 2015, 31:319–38. doi: 10.1016/j.hcl.2015.01.006
16. Hyza P, Kubek T, Vesely J, et al. The proximal first dorsal metacarpal artery free flap for reconstruction of complex digital defects. *J Hand Surg Eur*. 2013; 38: 399–404. doi: 10.1177/1753193412467165.
17. Giesen T, Forster N, Ku`nzi W, et al. Retrograde arterialized free venous flaps for the reconstruction of the hand: review of 14 cases. *J Hand Surg Am*. 2014; 39: 511–23. doi: 10.1016/j.jhsa.2013.12.002.
18. Silva JB, Pires FK, Teixeira LF. The pulp switch flap: an option for the treatment of loss of the dominant half of the digital pulp. *J Hand Surg Eur*. 2013; 38: 948–51. doi: 10.1177/1753193413484624.
19. Гармаев А.Ш., Чадаев А.П., Алексеев М.С. Ранняя кожно-костная реконструкция пальцев кисти после ампутаций при гнойных заболеваниях и посттравматических некротических процессах. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2007; 3: 60–65.
20. Allen MJ. Conservative management of finger tip injuries in adults. *Hand*. 1980, 12:257–65. doi: 10.1016/s0072-
21. Кутуев З.З., Ибрагимов П.К., Галимов Т.Р., Фазлыев М.М. Тендопластика при травматических ампутациях пальцев кисти. *Медицинский вестник МВД*. 2013; 2 (63): 44–46.
22. Ramsey ML, Walker B, Patel BC. *Full Thickness Skin Grafts*. StatPearls Publishing, Treasure Island, FL; 2018.
23. Rabarin F, Saint Cast Y, Jeudy J, et al. Cross-finger flap for reconstruction of fingertip amputations: longterm results. *Orthop traumatol Surg Res*. 2016; 102: 225–8. doi: 10.1016/j.otsr.2016.03.006
24. Panattoni JB, De Ona IR, Ahmed MM. Reconstruction of fingertip injuries: surgical tips and avoiding complications. *J Hand Surg Am*. 2015; 40: 1016–24. doi: 10.1016/j.jhsa.2015.02.010
25. Hattori Y, Doi K, Ikeda K, Estrella EP. A retrospective study of functional outcomes after successful replantation versus amputation closure for single fingertip amputations. *J Hand Surg Am*. 2006, 31:811–8. doi: 10.1016/j.jhsa.2006.02.020
26. Butler DP, Murugesan L, Ruston J, Woollard AC, Jemec B. The outcomes of digital tip amputation replacement as a composite graft in a paediatric population. *J Hand Surg Eur Vol*. 2016; 41(2): 164–70. doi: 10.1177/1753193415613667.
27. Borrelli MR, Landin ML, Agha R, Greig A. Composite grafts for fingertip amputations: A systematic review protocol. *Int J Surg Protoc*. 2019; 16: 1–4. doi: 10.1016/j.isjp.2019.05.001. eCollection 2019.
28. Appukkuttan A, Ragoowansi R. The unilateral perforator V-Y flap for fingertip reconstruction—a versatile technique. *JPRAS Open*. 2019; 5; 23: 1–7. doi: 10.1016/j.jpra.2019.10.004.
29. Qi W, Chen KJ. Use of twin dorsal middle phalangeal finger flaps for thumb or index finger reconstruction. *J Hand Surg Eur*. 2013; 38: 387–93. doi: 10.1177/1753193411434378

30. Cheng L, Chen K, Chai YM, et al. Fingertip replantation at the eponychial level with venous anastomosis: an anatomic study and clinical application. J Hand Surg Eur. 2013; 38: 959–63. doi: 10.1177/1753193413490653.
31. Березуцкий С.Н., Воловик В.Е. Возможности применения «reposition flap» при ампутациях пальцев кисти на уровне дистальных фаланг. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН 2006, № 4 (50).390–391.
32. Яковлев С.В. Кожно-пластические операции при ожогах и послеожоговой деформации кисти. Фундаментальные исследования. 2015; 1–6: 1253–1259.
33. Петрушин А.Л. Травматические ампутации сегментов кисти, анализ лечебных мероприятий на различных этапах оказания медицинской помощи в сельском районе. Казанский медицинский журнал. 2013; Т. 94 (3): 327–334.

© Калита Екатерина Романовна (kalita.ekaterina@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова

О ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЭФФЕКТАХ ИНГИБИТОРОВ ДИПЕПТИДИЛПЕПТИДАЗЫ 4

ABOUT ANTI-INFLAMMATORY EFFECTS OF DIPEPTIDYL PEPTIDASE 4 INHIBITORS

**O. Kolesnikov
A. Kolesnikova
Iu. Tarabrina
A. Sineglazova**

Summary. Drugs from the group of dipeptidyl peptidase 4 inhibitors have an anti-inflammatory effect. It was recorded on models of atherosclerosis, lung and kidney damage, in cell cultures stimulated by lipopolysaccharide. There were decreased levels of proinflammatory cytokines, formation of the M2 macrophage phenotype, a decrease in the number of cells in the tissues, a decrease in edema as well as a decrease in the content of reactive oxygen species and nitric oxide.

Keywords: dipeptidyl peptidase 4 inhibitor, inflammation, macrophage, proinflammatory cytokines, lung, atherosclerosis.

Колесников Олег Леонидович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский
государственный медицинский университет
Минздрава России (г. Челябинск)
kaf-biol@mail.ru

Колесникова Алла Алексеевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский
государственный медицинский университет
Минздрава России (г. Челябинск)
olekol@mail.ru

Тарабрина Юлия Олеговна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский
государственный медицинский университет
Минздрава России (г. Челябинск)
julikol@mail.ru

Синеглазова Альбина Владимировна

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Казанский
государственный медицинский университет
Минздрава России (г. Казань)
sineglazovaav@mail.ru

Аннотация. Препараты из группы ингибиторов дипептидилпептидазы 4 обладают противовоспалительным действием. Оно зафиксировано на моделях атеросклероза, повреждения легких и почек, в культурах клеток, стимулированных липополисахаридом. Отмечались снижение уровней провоспалительных цитокинов, формирование фенотипа макрофагов M2, снижение количества клеток в тканях, уменьшение отека, а также уменьшение содержания активных форм кислорода и оксида азота.

Ключевые слова: ингибитор дипептидилпептидазы 4, воспаление, макрофаг, провоспалительные цитокины, легкие, атеросклероз.

В 1966 году был описан кластер дифференцировки, получивший название CD26. Было установлено, что CD26 является ферментом с активностью дипептидилпептидазы 4 (ДПП4) [1]. CD26 представляет собой трансмембранный интегральный белок массой 110 кДа и имеет разнообразные биологические функции [2, 3]. ДПП4 расщепляет полипептиды, содержащие на NH₂ конце пролин или аланин. Субстратами для ДПП-4 являются разнообразные пептиды, в том числе ряд хемокинов, пептидные гормоны, нейропептиды [4, 5]. Также в жидкостях организма присутствует растворимая форма CD26, которая формируется из внеклеточного фрагмента и сохраняет активность ДПП4 [6, 7].

Экспрессия CD26 была обнаружена в легких, печени, головном мозге, эндотелии, сердце, тонком кишечнике,

костном мозге, почках, скелетных мышцах, плаценте, поджелудочной железе, лимфоцитах, стволовых и эпителиальных клетках [1, 8, 9, 10, 11]. Обращает на себя внимание тот факт, что экспрессия CD26 возрастает в активированных Т-клетках, В-клетках и натуральных киллерах [12]. В легких здоровых людей CD26 экспрессируется главным образом на альвеолярных клетках I и II типов, альвеолярных макрофагах, сосудистом эндотелии и плевральном мезотелии [13].

Ингибиторы ДПП4 (ИДПП4) снижают скорость расщепления инкретинов (глюкагоноподобный пептид-1 и желудочный ингибиторный полипептид), продлевают их биологическую активность, и, в результате, способствуют секреции инсулина и снижают секрецию глюкагона [14, 15, 16]. В настоящее время ИДПП4 широко

применяются в лечении сахарного диабета 2 типа (СД2) [17, 18, 19].

Настоящий обзор посвящен описанию влияния ИДПП4 на процесс воспаления.

В работе Újhelyi J. и соавторов (2014) использовали классические модели для оценки противовоспалительной активности исследуемых веществ: отек уха, вызванный горчичным маслом, и аккумуляция нейтрофилов. ИДПП4 ситаглиптин и вилдаглиптин проявили достоверные противовоспалительные эффекты: подавляли отек и уменьшали накопление нейтрофилов [20].

Ряд работ посвящен оценке воспаления в легких. В этих исследованиях повреждение легких вызывали интратрахеальным введением подопытным мышам липополисахарида (ЛПС). В исследовании Zhou J. и соавт. (2021) после применения ЛПС обнаружили повышенную активность миелопероксидазы, увеличенное количество лейкоцитов и нейтрофилов, возрастание выработки провоспалительных факторов, таких как фактор некроза опухолей α (ФНО- α) и ИЛ-6. Также зафиксировали легочный интерстициальный отек и большое количество эритроцитов и лейкоцитов в альвеолах. Указанные сдвиги достоверно и значительно уменьшались при использовании ИДПП4 трелаглиптина [21]. В эксперименте других исследователей было обнаружено, что ЛПС достоверно увеличивал активность ДПП4 в сыворотке крови, а ситаглиптин дозозависимо подавлял активность этого фермента. После применения ЛПС в бронхоальвеолярном смыве возросли концентрация белков, общее количество клеток и уровень ИЛ-6. ИДПП4 ситаглиптин достоверно уменьшал перечисленные признаки поражения легких. Изучение срезов легких показало, что ЛПС вызывал инфильтрацию тканей клетками, утолщение стенок альвеол, отек и кровоизлияния. Лечение ситаглиптином снижало гистологические признаки повреждения легких [22]. Кроме того, на 28 день после введения ЛПС в ткани легких фиксировали типичные признаки воспаления и интерстициальный фиброз. При этом увеличивалось количество эндотелиальных клеток, экспрессирующих α -гладкомышечный актин. Все эти изменения достоверно уменьшались при использовании ИДПП4 вилдаглиптина [23]. Jungraithmayr W. и соавторы (2010) исследовали действие необратимого ингибитора ДПП-4 (бис(4-ацетамидофенил) 1-(s)-пролилпирролидин-2(r, s)-фосфонат) на модели пересадки легких. Лечение указанным веществом уменьшало инфильтрацию трансплантата нейтрофилами и увеличивало экспрессию вазоактивного интестинального пептида (ВИП) в трансплантате. Авторы указали, что ВИП способен ингибировать нейтрофильную инфильтрацию тканей [24].

Рассмотрим работы, связанные с повреждением почек. Крысам вводили ОХ-7 (мышинные моноклональные IgG против Thy-1.1), которые вызывали развитие недиабетического гломерулонефрита. Алоглиптин и анаглиптин достоверно снижали содержание CD68-позитивных воспалительных макрофагов в почках [25].

У самцов крыс линии Long Evans хирургически производили односторонний стеноз почечной артерии. У крыс со стенозом почечной артерии отмечали признаки оксидативного стресса — в плазме повышались уровни малонового диальдегида, NO и продуктов окисления белков. Использование ситаглиптина приводило к нормализации этих показателей. Операция также индуцировала в почках и сердце увеличение активности миелопероксидазы, фиброз и клеточную инфильтрацию. Эти признаки воспаления достоверно ослаблились при лечении ИДПП4 ситаглиптином [26].

Препарат для химиотерапии доксорубицин обладает мультиорганной токсичностью. Крысы получали доксорубицин, часть животных одновременно получала саксаглиптин или вилдаглиптин. У животных после использования доксорубицина в почках обнаружили повышение маркеров воспаления (ФНО- α , ИЛ-1 β , инфламмосомы NLRP3, активности индуцибельной NO-синтетазы). При использовании ИДПП4 саксаглиптина и вилдаглиптина отмечали ослабление всех перечисленных выше воспалительных сдвигов [27].

Iwakura T. и соавторы (2019) использовали цисплатин — это алкилирующий агент для химиотерапии опухолей, который может вызывать острое повреждение почек. ИДПП4 тенелиглиптин ослаблял повреждение почек, вызванное цисплатином и ускорял восстановление почек, усиливая пролиферацию выживших эпителиальных клеток в проксимальных канальцах. В качестве противовоспалительного эффекта тенелиглиптина отмечали подавление экспрессии ФНО- α в почках и дифференцировку макрофагов (МФ) в направлении фенотипа М2 [28]. Здесь уместно упомянуть, что фенотип М1 формируется под влиянием интерферона- γ , ЛПС и ФНО. Среди главных задач этих МФ — стимуляция воспаления и уничтожение микроорганизмов. МФ с фенотипом М1 способны секретировать провоспалительные цитокины, вырабатывать свободные радикалы азота и кислорода, угнетать адаптивный иммунный ответ. Фенотип М2 возникает при стимуляции клеток интерлейкинами, иммунными комплексами и т.д. Эти клетки способны подавлять воспалительный процесс [29].

В настоящее время атеросклероз рассматривают как системное воспалительное заболевание [30, 31]. В ряде экспериментов использовали мышей, дефицит-

ных по аполипопротеину Е. Животные получали анаглиптин. Исследователи наблюдали достоверное снижение накопления моноцитов и макрофагов в сосудистой стенке и уменьшение содержания гладкомышечных клеток в области бляшки. *In vitro* в культуре гладкомышечных клеток ДПП4 усиливала пролиферацию, а анаглиптин подавлял размножение клеток [32].

В работе Terasaki M. и соавторов (2012) мышей содержали на атерогенной диете и применяли аналог вилдаглиптина (PKF275-055). ИДПП4 достоверно подавлял атеросклеротическое повреждение аорты, уменьшал количество атеросклеротических бляшек и на 30–40% уменьшал количество макрофагов в стенке аорты. Количество пенистых клеток среди перитонеальных макрофагов сокращалось в среднем на 40% [33]. Nishida S. и соавторы (2020) содержали животных на диете с высоким содержанием жира. В группе животных, получавших ИДПП4 линаглиптин, в аорте было выше количество макрофагов с фенотипом M2, а также увеличались уровни мРНК маркеров фенотипа M2. Линаглиптин также уменьшал размеры атеросклеротических повреждений в сосудах мышей. При изучении макрофагов, выделенных из костного мозга и стимулированных ЛПС и интерфероном- γ обнаружили снижение уровня мРНК маркеров фенотипа M2. Линаглиптин предотвращал указанные сдвиги [34].

Рассмотрим эксперименты, выполненные *in vitro*. В нескольких работах использована линия МФ RAW264.7. Ikedo T. и соавторы (2017) стимулировали клетки ЛПС и вносили в среду ИДПП4 анаглиптин, который достоверно уменьшал выработку ФНО- α , ИЛ-6 и моноцитарного хемотаксического белка 1 (MCP1) [35]. В другом исследовании клетки RAW264.7 также стимулировали ЛПС. Наблюдали увеличение экспрессии индуцибельной NO-синтетазы, активацию пути, связанного с нуклеарным фактором κ B (NF- κ B) и возрастание выработки NO и провоспалительных цитокинов. Видаглиптин подавлял все сдвиги, вызванные ЛПС [36]. Shinjo T. и соавторы (2015) отмечали повышение экспрессии мРНК провоспалительных цитокинов при обработке клеток ЛПС. Этот эффект подавлялся при инкубации клеток с ИДПП4 анаглиптином. Также снижалась активность промотора NF- κ B. [37]. Аналогичный эффект анаглиптина в отношении экспрессии генов провоспалительных цитокинов был отмечен при изучении линии адипоцитов 3T3-L1, стимулированных ЛПС [37].

Известно, что окисленные липопротеиды низкой плотности (ox-LDL), действуя *in vitro* на культуру клеток THP-1, вызывают появление биомаркеров, указывающих на оксидативный стресс и воспаление [38]. Линию моноцитов THP-1 обрабатывали форбол-мири-

стат-ацетатом для формирования пенистых клеток. Затем в культуру клеток добавляли ox-LDL в присутствии или отсутствии ИДПП4 линаглиптина. Обработка линаглиптином достоверно уменьшала продукцию провоспалительных цитокинов (ИЛ-6 и ИЛ-1 β) и активных форм кислорода (АФК), вызванных ox-LDL. Кроме того, линаглиптин ослаблял накопление липидов в клетках и экспрессию скавенджеров (CD36 и LOX-1). Авторы делают вывод, что ИДПП4 подавляет функции макрофагов [39].

Yamadera S. и соавторы (2018) изучали влияние линаглиптина на линию человеческих моноцитов U937. С помощью форбол-миристат ацетата вызывали дифференцировку клеток в макрофаги. Затем клетки 1 час содержали в среде с линаглиптином и вносили ЛПС или ИЛ-1 β . Стимуляция ЛПС значительно увеличивала выработку ИЛ-6 и ФНО- α . ИДПП4 подавлял указанный эффект. При этом ИЛ-1 β активизировал экспрессию только ИЛ-6. В этом случае влияния ИДПП4 не было зафиксировано [40].

Кардиомиоциты (клетки линии H9c2) стимулировали ЛПС. В результате увеличились уровни ФНО- α , ИЛ-6 и ИЛ-1 β , возросла экспрессия циклооксигеназы-2 и индуцибельной NO-синтетазы и ядерная транслокация NF- κ B. Обработка ситаглиптином уменьшала уровни мРНК ИЛ-6, циклооксигеназы-2, индуцибельной NO-синтетазы и NF- κ B в клетках H9c2. ИДПП4 также подавлял выработку ФНО- α , ИЛ-6 и ИЛ-1 β [41].

Клетки линии H9c2 обрабатывали доксорубицином. Отмечали сверхэкспрессию провоспалительных цитокинов (ИЛ-1 β и MCP-1), активацию сигнального пути, связанного с нуклеарным фактором κ B и повышенную выработку АФК. ИДПП4 тенегилиптин защищал клетки от повреждающего действия доксорубицина путем подавления воспаления, о чем свидетельствовали снижение уровней цитокинов и супрессия активации NF- κ B [42].

Провоспалительные цитокины индуцируют прикрепление моноцитов к клеткам эндотелия, что является важным событием в развитии атеросклероза. Изучали культуру эндотелиальных клеток аорты человека, которую инкубировали в присутствии ИЛ-1 β . Трелаглиптин подавлял экспрессию воспалительных хемокинов (MCP-1 и CXCL-1) и ИЛ-6. Кроме того, ИДПП4 подавлял экспрессию молекул адгезии (VCAM-1 и ICAM-1). Авторы считают, что трелаглиптин блокирует активацию сигнального пути, связанного с NF- κ B [43].

Таким образом, данные литературы свидетельствуют о наличии противовоспалительного действия у препаратов из группы ИДПП4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ohnuma K. Role of CD26/dipeptidyl peptidase IV in human T cell activation and function / K. Ohnuma, N. Takahashi, T. Yamochi [et al.] // *Front. Biosci.* — 2008. — Vol. 13. — P. 2299–2310. DOI: 10.2741/2844.
2. Ansorge S. Novel aspects of cellular action of dipeptidyl peptidase IV/CD26 / S. Ansorge, K. Nordhoff, U. Bank [et al.] // *Biol. Chem.* — 2011. — Vol. 392, N3. — P. 153–168. DOI: 10.1515/BC.2011.008.
3. Aytac U. CD26/dipeptidyl peptidase IV: a regulator of immune function and a potential molecular target for therapy / U. Aytac, N.H. Dang // *Curr. Drug. Targets Immune Endocr. Metabol. Disord.* — 2004. — Vol. 4, N1. — P. 11–18. DOI: 10.2174/1568008043340035.
4. Lambeir A.M. Dipeptidyl-peptidase IV from bench to bedside: an update on structural properties, functions, and clinical aspects of the enzyme DPP IV / A.M. Lambeir, C. Durinx, S. Scharpé, I. De Meester // *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* — 2003. — Vol. 40. — P. 209–294. DOI:10.1080/713609354.
5. De Meester I. CD26, let it cut or cut it down / I. De Meester, S. Korom, J. Van Damme, S. Scharpé // *Immunol. Today.* — 1999. — Vol. 20, N8. — P. 367–375. DOI: 10.1016/s0167-5699(99)01486-3.
6. Casrouge A. Lymphocytes are a major source of circulating soluble dipeptidyl peptidase 4 / A. Casrouge, A.V. Sauer, R. Barreira da Silva [et al.] // *Clin. Exp. Immunol.* — 2018. — Vol. 194, N2. — P. 166–179. DOI: 10.1111/cei.13163.
7. Durinx C. Molecular characterization of dipeptidyl peptidase activity in serum: soluble CD26/dipeptidyl peptidase IV is responsible for the release of X-Pro dipeptides / C. Durinx, A.M. Lambeir, E. Bosmans [et al.] // *Eur. J. Biochem.* — 2000. — Vol. 267, N17. — P. 5608–5613. DOI: 10.1046/j.1432-1327.2000.01634.x.
8. Abbott C.A. Genomic organization, exact localization, and tissue expression of the human CD26 (dipeptidyl peptidase IV) gene / C.A. Abbott, E. Baker, G.R. Sutherland, G.W. McCaughan // *Immunogenetics.* — 1994. — Vol. 40. P. 331–338.
9. Stange T. Immunoelectron microscopic demonstration of the membrane proteases aminopeptidase N/CD13 and dipeptidyl peptidase IV/CD26 in normal and neoplastic renal parenchymal tissues and cells / T. Stange, U. Kettmann, H.J. Holzhausen // *Eur. J. Histochem.* — 2000. — Vol. 44. — P. 157–164.
10. Thul P.J. A subcellular map of the human proteome / P.J. Thul, L. Åkesson, M. Wiking [et al.] // *Science.* — 2017. — Vol. 356 (6340). — Article ID: eaal3321. DOI: 10.1126/science.aal3321.
11. Waumans Y. The Dipeptidyl Peptidase Family, Prolyl Oligopeptidase, and Prolyl Carboxypeptidase in the Immune System and Inflammatory Disease, Including Atherosclerosis / Y. Waumans, L. Baerts, K. Kehoe [et al.] // *Front. Immunol.* — 2015. — Vol. 6. — Article ID:387. DOI: 10.3389/fimmu.2015.00387.
12. Fan H. Dipeptidyl peptidase IV/CD26 in T cell activation, cytokine secretion and immunoglobulin production / H. Fan, S. Yan, S. Stehling [et al.] // *Adv. Exp. Med. Biol.* — 2003. — Vol. 524. — P. 165–174. DOI: 10.1007/0-306-47920-6_20.
13. Meyerholz D.K. Dipeptidyl peptidase 4 distribution in the human respiratory tract: implications for the middle east respiratory syndrome / D.K. Meyerholz, A.M. Lambert, P.B. McCray // *Am. J. Pathol.* — 2016. — Vol. 186. — P. 78–86. DOI:10.1016/j.ajpath.2015.09.014.
14. Drucker D.J. Dipeptidyl peptidase-4 inhibition and the treatment of type 2 diabetes: preclinical biology and mechanisms of action / D.J. Drucker // *Diabetes Care.* — 2007. — Vol. 30. — P. 1335–1343. DOI:10.2337/dc07-0228.
15. Li N. Recent progress of the development of dipeptidyl peptidase-4 inhibitors for the treatment of type 2 diabetes mellitus / N. Li, L.-J. Wang, B. Jiang [et al.] // *Eur. J. Med. Chem.* — 2018. — Vol. 151. — P. 145–157. DOI: 10.1016/j.ejmech.2018.03.041.
16. Sesti G. Ten years of experience with DPP-4 inhibitors for the treatment of type 2 diabetes mellitus / G. Sesti, A. Avogaro, S. Belcastro [et al.] // *Acta Diabetol.* — 2019. — Vol. 56, N6. — P. 605–617. DOI: 10.1007/s00592-018-1271-3.
17. Makrilakis K. The Role of DPP-4 Inhibitors in the Treatment Algorithm of Type 2 Diabetes Mellitus: When to Select, What to Expect / K. Makrilakis // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* — 2019. — Vol 16, N15. — Article ID: 2720. DOI: 10.3390/ijerph16152720.
18. Deacon C.F. Dipeptidyl peptidase 4 inhibitors in the treatment of type 2 diabetes mellitus / C.F. Deacon // *Nat. Rev. Endocrinol.* — 2020. — Vol. 16, N11. — P. 642–653. DOI: 10.1038/s41574-020-0399-8.
19. Subrahmanyam N.A. Efficacy and Cardiovascular Safety of DPP-4 Inhibitors / N.A. Subrahmanyam, R.M. Koshy, K. Jacob, J.M. Pappachan // *Curr. Drug Saf.* — 2021. — Vol. 16, N2. — P. 154–164. DOI: 10.2174/1574886315999200819150544.
20. Újhelyi J. Analgesic and anti-inflammatory effectiveness of sitagliptin and vildagliptin in mice / J. Újhelyi, Z. Újhelyi, A. Szalai [et al.] // *Regul. Pept.* — 2014. — Vol. 194–195. — P. 23–9. DOI: 10.1016/j.regpep.2014.09.006.
21. Zhou J. Trelagliptin Alleviates Lipopolysaccharide (LPS)-Induced Inflammation and Oxidative Stress in Acute Lung Injury Mice / J. Zhou, Z. Peng, J. Wang // *Inflammation.* — 2021. — Vol. 44, N4. — P. 1507–1517. DOI: 10.1007/s10753-021-01435-w.
22. Kawasaki T. DPP4 inhibition by sitagliptin attenuates LPS-induced lung injury in mice / T. Kawasaki, W. Chen, Y.M. Htwe [et al.] // *Am. J. Physiol. Lung Cell Mol. Physiol.* — 2018. — Vol. 315, N5. — P. L834–L845. DOI: 10.1152/ajplung.00031.2018.
23. Suzuki T. Vildagliptin ameliorates pulmonary fibrosis in lipopolysaccharide-induced lung injury by inhibiting endothelial-to-mesenchymal transition / T. Suzuki, Y. Tada, S. Gladson [et al.] // *Respir. Res.* — 2017. — Vol. 18, N1. — Article ID: 177. DOI: 10.1186/s12931-017-0660-4.
24. Jungraithmayr W. Inhibition of CD26/DPP IV attenuates ischemia/reperfusion injury in orthotopic mouse lung transplants: the pivotal role of vasoactive intestinal peptide / W. Jungraithmayr, I. De Meester, V. Matheeußen [et al.] // *Peptides.* — 2010. — Vol. 31, N4. — P. 585–591. DOI: 10.1016/j.peptides.2009.12.012.
25. Higashijima Y. Anti-inflammatory role of DPP-4 inhibitors in a nondiabetic model of glomerular injury / Y. Higashijima, T. Tanaka, J. Yamaguchi [et al.] // *Am. J. Physiol. Renal. Physiol.* — 2015. — Vol. 308, N8. — P. F878–887. DOI: 10.1152/ajprenal.00590.2014.
26. Alam Md.A. DPP-4 inhibitor sitagliptin prevents inflammation and oxidative stress of heart and kidney in two kidney and one clip (2K1C) rats / Md.A. Alam, M.R.H. Chowdhury, P. Jain [et al.] // *Diabetol. Metab. Syndr.* — 2015. — Vol. 7. — Article ID: 107. DOI: 10.1186/s13098-015-0095-3.

27. Mostafa R.E. Anti-inflammatory effects of saxagliptin and vildagliptin against doxorubicin-induced nephrotoxicity in rats: attenuation of NLRP3 inflammasome up-regulation and tubulo-interstitial injury / R.E. Mostafa, A.H. Morsi, G.F. Asaad // *Res. Pharm. Sci.* — 2021. — Vol. 16, N5. — P. 547–558. DOI: 10.4103/1735–5362.323920.
28. Iwakura T. Dipeptidyl peptidase-4 inhibitor teneligliptin accelerates recovery from cisplatin-induced acute kidney injury by attenuating inflammation and promoting tubular regeneration / T. Iwakura, Z. Zhao, J.A. Marschner [et al.] // *Nephrol. Dial. Transplant.* — 2019. — Vol. 34, N10. — P.: 1669–1680. DOI: 10.1093/ndt/gfy397.
29. Сарсенбаева Н.Н. Макрофаги: разнообразие фенотипов и функций, взаимодействие с чужеродными материалами / Н.Н. Сарсенбаева, ЮВ. Пономарева, М.Н. Милякова // *Гены и клетки.* — 2016. — Т. XI, № 1. — С. 9–17.
30. Шевченко О.Л. Атеросклероз как системное воспалительное заболевание с волнообразной и генерализованной активностью процесса / О.Л. Шевченко, О.Ф. Природова // *Вестник РГМУ.* — 2010. — № 1. — С. 28–33.
31. Руф Р.Р. Роль воспаления в развитии атеросклероза и сердечно-сосудистых событий / Р.Р. Руф // *Сибирское медицинское обозрение.* — 2015. — № 6. — С. 23–29.
32. Ervinna N. Anagliptin, a DPP-4 inhibitor, suppresses proliferation of vascular smooth muscles and monocyte inflammatory reaction and attenuates atherosclerosis in male apo E-deficient mice / N. Ervinna, T. Mita, E. Yasunari [et al.] // *Endocrinology.* — 2013. — Vol. 154, N3. — P. 1260–1270. DOI: 10.1210/en.2012–1855.
33. Terasaki M. Effects of PKF275–055, a dipeptidyl peptidase-4 inhibitor, on the development of atherosclerotic lesions in apolipoprotein E-null mice / M. Terasaki, M. Nagashima, T. Watanabe [et al.] // *Metabolism.* — 2012. — Vol. 61, N7. — P. 974–977. DOI: 10.1016/j.metabol.2011.11.011.
34. Nishida S. Inhibition of inflammation-mediated DPP-4 expression by linagliptin increases M2 macrophages in atherosclerotic lesions / S. Nishida, T. Matsumura, T. Senokuchi [et al.] // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* — 2020. — Vol. 524, N1. — P. 8–15. DOI: 10.1016/j.bbrc.2020.01.027.
35. Ikedo T. Dipeptidyl Peptidase-4 Inhibitor Anagliptin Prevents Intracranial Aneurysm Growth by Suppressing Macrophage Infiltration and Activation / T. Ikedo, M. Minami, H. Kataoka [et al.] // *J. Am. Heart Assoc.* — 2017. — Vol. 6, N6. — Article ID: e004777. DOI: 10.1161/JAHA.116.004777.
36. Lee D.-S. Soluble DPP-4 up-regulates toll-like receptors and augments inflammatory reactions, which are ameliorated by vildagliptin or mannose-6-phosphate / D.-S. Lee, E.-S. Lee, Md.M. Alam [et al.] // *Metabolism.* — 2016. — Vol. 65, N2. — P.: 89–101. DOI: 10.1016/j.metabol.2015.10.002.
37. Shinjo T. DPP-IV inhibitor anagliptin exerts anti-inflammatory effects on macrophages, adipocytes, and mouse livers by suppressing NF- κ B activation / T. Shinjo, Y. Nakatsu, M. Iwashita [et al.] // *Am.J. Physiol. Endocrinol. Metab.* — 2015. — Vol. 309, N3. — P. E214–E223. DOI: 10.1152/ajpendo.00553.2014.
38. Lara-Guzmán O.J. Oxidized LDL triggers changes in oxidative stress and inflammatory biomarkers in human macrophages / O.J. Lara-Guzmán, Á. Gil-Izquierdo, S. Medina [et al.] // *Redox. Biol.* — 2018. — Vol. 15. — P. 1–11. DOI: 10.1016/j.redox.2017.11.017.
39. Wang H. DPP-4 Inhibitor Linagliptin Ameliorates Oxidized LDL-Induced THP-1 Macrophage Foam Cell Formation and Inflammation / H. Wang, Y. Li, X. Zhang [et al.] // *Drug Des. Devel. Ther.* — 2020. — Vol. 14. — P. 3929–3940. DOI: 10.2147/DDDT.S249846.
40. Yamadera S. Linagliptin inhibits lipopolysaccharide-induced inflammation in human U937 monocytes / S. Yamadera, Y. Nakamura, M. Inagaki [et al.] // *Inflamm. Regen.* — 2018. — Vol. 38. — Article ID: 13. DOI: 10.1186/s41232–018–0071-z.
41. Lin C.-H. Sitagliptin attenuates inflammatory responses in lipopolysaccharide-stimulated cardiomyocytes via nuclear factor- κ B pathway inhibition / C.-H. Lin, C.-C. Lin // *Exp. Ther. Med.* — 2016. — Vol. 11, N6. — P. 2609–2615. DOI: 10.3892/etm.2016.3255.
42. Peng W. Teneligliptin prevents doxorubicin-induced inflammation and apoptosis in H9c2 cells / W. Peng, D. Rao, M. Zhang [et al.] // *Arch. Biochem. Biophys.* — 2020. — Vol. 683. — Article ID: 108238. DOI: 10.1016/j.abb.2019.108238.
43. Meng J. The dipeptidyl peptidase (DPP)-4 inhibitor trelagliptin inhibits IL-1 β -induced endothelial inflammation and monocytes attachment / J. Meng, W. Zhang, C. Wang [et al.] // *Int. Immunopharmacol.* — 2020. — Vol. 89, Pt. B. — Article ID: 106996. DOI: 10.1016/j.intimp.2020.106996.

© Колесников Олег Леонидович (kaf-biol@mail.ru), Колесникова Алла Алексеевна (olekol@mail.ru),
Тарабрина Юлия Олеговна (julikol@mail.ru), Синеглазова Альбина Владимировна (sineglazovaav@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВОЗМОЖНОСТИ ВЛАГАЛИЩНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИТОКИНОТЕРАПИИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ЦЕРВИЦИТЕ

POSSIBILITIES OF VAGINAL USE OF CYTOKINOTHERAPY IN CHRONIC CERVICITIS

Ya. Kostroma

Summary. Cervicitis is a clinical syndrome characterized by inflammation of the predominantly columnar epithelium of the endocervix. It can be acute or chronic, and acute has infectious causes, and chronic has mainly non-infectious genesis. The clinical spectrum varies widely, from asymptomatic cases to mucopurulent discharge from the cervix and systemic signs. Cytokine-type drugs can be considered to determine the most effective approach to the treatment of chronic inflammatory process of the cervix.

Keywords: cervicitis, microbiocenosis, local cytokinotherapy.

Кострома Яна Владимировна

Врач акушер-гинеколог, ООО «Семейный
медицинский центр» г.п. Сиверский
kostromayana@gmail.com

Аннотация. Цервицит представляет собой клинический синдром, характеризующийся воспалением преимущественно столбчатого эпителия эндоцервикса. Он может быть острым или хроническим, причем острый имеет инфекционные причины, а хронический имеет в основном неинфекционный генез. Клинический спектр варьируется в широких пределах, от бессимптомных случаев, до слизисто-гнойных выделений из шейки матки и системных признаков. Препараты цитокинового ряда могут рассматриваться для определения наиболее эффективного подхода к лечению хронического воспалительного процесса шейки матки.

Ключевые слова: цервицит, микробиоценоз, локальная цитокиноterapia.

Введение

Микробная колонизация женских половых путей широко изучается в течение последних нескольких десятилетий. Цервикагогинальный микробиом играет важную роль в репродуктивном здоровье женщин, влияя на показатели преждевременных родов и смертности новорожденных, распространенность, восприимчивость и возможность передачи инфекций, передаваемых половым путем, а также на другие важные клинические состояния, такие, как воспалительные заболевания органов малого таза [1,2]. Частота встречаемости данной патологии среди репродуктивных женщин составляет по данным различных источников около 70%. [3, 4, 5], причем доля цервицитов составляет около половины всех воспалительных заболеваний органов малого таза. [6] Учитывая частое бессимптомное течение цервицита, можно предположить о значительно возрастающем проценте распространения данного заболевания. [7,8]. Точную распространенность трудно определить из-за отсутствия стандартного определения и вариации по популяциям. Поскольку сексуальная активность является основным фактором риска инфекционных причин, она может затронуть около 30–40% женщин, наблюдаемых при лечении инфекций, передающихся половым путем [9,10]. Хламидиозный цервицит встречается в 4–5 раз чаще, чем гонококковый цервицит. [11]. Герпетический цервицит становится важным при наблюдении у жен-

щин репродуктивной возрастной группы из-за риска неонатальных инфекций, возникающих в результате воздействия вируса простого герпеса в половых путях во время родов. [12] Важно отметить, что в большинстве случаев цервицит связан не с конкретным воспалительным агентом, а с ассоциацией нескольких патогенов, что связано с низкой эффективностью антибактериальных препаратов из-за их неправильного применения и развития резистентности. микроорганизмов на современные противовоспалительные препараты [13]. В присутствии фонового воспалительного процесса шейки матки вероятно возможность дезорганизации клеточного метаболизма, приводящая к активации механизма структурных изменений с образованием диспластических процессов [14]. Данные Л.И. Линаск удостоверяют высокую вероятность инфицирования вирусом папилломы человека в присутствии воспаления шейки матки. Многочисленные зарубежные исследования доказывают роль провоспалительных цитокинов IL-6 и IL-8 в инициации рака шейки матки при их повышении, что также подтверждается и отечественными коллегами. [15,16] Отечественные исследователи подчеркивают повышение доли тяжелых интраэпителиальных поражений шейки матки на фоне аэробного цервицита. [17] Для диагностики цервицита используются системы, основанные на молекулярных методах, включающие практически все известные патогены, а также микроскопический и бактериологический методы. Антибактериальная терапия

должна быть скорректирована с учетом результатов микробиологических результатов. Ранее опубликованные исследования показали повышение противовирусной активности организма при применении препарата Суперлимф, представляющего собой комплекс природных противомикробных пептидов и цитокинов, обладающий противовоспалительным и противовирусным действием. Целью исследования являлась оценка эффективности применения цитокинотерапии влагалищным способом при хроническом цервиците.

Материалы и методы

Было проведено проспективное исследование 18 женщин с диагнозом хронический цервицит, получающих терапию препаратом влагалищной цитокинотерапии (Суперлимф) по 25 Ед 1 раз в сутки на протяжении 10 дней. Критерии включения в исследование: наличие цервицита, возраст от 18 до 45 лет, подписанное добровольное информированное согласие. В исследование не включались женщины при наличии аллергических реакций на используемые лекарственные препараты, соматических заболеваний в стадии субкомпенсации или декомпенсации, беременные, а также женщины с дисплазией шейки матки. Применяемыми методами исследования были биографический, клинко-инструментальный, лабораторный, статистический. Программный пакет STATISTICA 10 использовался при статистической обработке данных.

Результаты исследования

Возраст респонденток был от 23 до 39 лет ($29,7 \pm 1,5$). Медиана возраста менархе составила 12 лет, с интервалом: минимум 11 лет, максимум 16 лет, медиана возраста начала половой жизни 20 лет, с интервалом минимум 17 лет, максимум 21 год. Большая часть пациенток была замужем, имела по одному половому партнеру. Преобладающим методом контрацепции был барьерный метод (64%, $n=12$), также применялись пероральная гормональная контрацепция (28% $n=6$), внутриматочный контрацептив (8%, $n=2$). При оценке репродуктивной функции выяснено, что беременности были у 74% обследуемых ($n=14$), роды у 58% ($n=10$), самопроизвольные аборты у 22% ($n=4$), хирургические аборты у 12% ($n=2$). До лечения наличие жалоб выявлено у 34% ($n=6$), при этом в 22% жалобы были на выделения из половых

путей, у 12% женщин — на жжение и зуд во влагалище, у 8% на диспареунию. После лечения процент жалоб снизился до 12% ($n=2$). В результате цитологического исследования соскоба эндо- и экзоцервикса у всех респонденток отпределена картина, негативная в отношении интраэпителиальных поражений и малигнизации (NILM) согласно терминологической системе Бетесда. При расширенной кольпоскопии, согласно классификации Рио-де-Жанейро от 2011 года, до лечения преобладали другие кольпоскопические картины — 45% ($n=8$), через месяц после лечения определено статистически значимое снижение числа аномальных кольпоскопических картин ($p = 0,001$). При оценке результатов микроскопического исследования нативных мазков выявлено статистически значимое снижение числа лейкоцитов (на 52,1%) до и после лечения, как основного индикатора воспалительного процесса. В результате оценки влагалищного микробиоценоза (по классификации Е.Ф. Кира, [18]) до лечения у 76% обследуемых ($n = 14$) были выявлены воспалительные изменения, после лечения — у 34% ($n = 6$). Таким образом, в результате лечения была получена положительная динамика. При бактериологическом исследовании отделяемого цервикального канала, проведенного до начала лечения, определен рост условно-патогенной флоры в 78% ($n=14$). После лечения отсутствие роста выявлено в 47% ($n=8$). При анализе обнаруженных микроорганизмов условно-патогенной флоры до и после лечения не было определено изменение видового состава флоры.

Заключение

Результаты проведенного исследования показывают эффективность влагалищной цитокинотерапии при применении ее у пациенток с хроническим цервицитом. Ранее эффективность цитокинотерапии также была подтверждена многочисленными исследованиями. Недостатком настоящего исследования является небольшая статистическая мощность ввиду небольшой выборки. Однако, данная работа позволила получить новые достоверные результаты, обосновывающие целесообразность использования вагинальной цитокинотерапии, а также создания персонализированного подхода к лечению пациенток с хроническим цервицитом, снижая число рецидивов и повышение регресса локального воспаления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hillier, S L et al. "Role of bacterial vaginosis-associated microorganisms in endometritis." American journal of obstetrics and gynecology vol. 175,2 (1996): 435–41. doi:10.1016/s0002-9378(96)70158-8
2. Taylor, Brandie DePaoli et al. "Does bacterial vaginosis cause pelvic inflammatory disease?" Sexually transmitted diseases vol. 40,2 (2013): 117–22. doi:10.1097/OLQ.0b013e31827c5a5b

3. Макаров, И.О. Бактериальные и вирусные инфекции в акушерстве и гинекологии: учеб. пособие / И.О. Макаров, Е.И. Боровкова. — 3-е изд. — Москва: МЕДпресс-информ, 2014. — 256 с.
4. Серов, В.Н. Воспалительные заболевания органов малого таза: диагностические критерии и принципы лечения / В.Н. Серов, Л.В. Дубницкая, В.Л. Тютюнник // Русский мед. журн. — 2011. — № 1. — С. 46–50.
5. Трухан, Д.И. Рациональный подход к терапии воспалительных заболеваний органов малого таза / Д.И. Трухан, Л.В. Тарасова // Consilium Medicum. — 2014. — № 6. — С. 61–65
6. Мальцева, Л.И. Особенности лечения ВПЧ-ассоциированного цервицита / Л.И. Мальцева, Л.Н. Фаррахова // Эффективная фармакотерапия. — 2013. — № 8. — С. 42–49.
7. Тирская Ю.И., Рудакова Е.Б., Шакина И.А., Цыганкова О.Ю. Роль цервицитов в акушерско-гинекологической патологии. Лечащий врач 2009; 10: 63–66
8. Zhou Xia, Brotman Rebecca M., GajerPawel, Abdo Zaid. Recent Advances in Understanding the Microbiology of the Female Reproductive Tract and the Causes of Premature Birth. Infect Dis Obstet Gynecol. 2010; 2010: 737425 DOI: 10.1155 / 2010/737425
9. Burnett, Aaron M et al. «Laboratory-confirmed gonorrhoea and/or chlamydia rates in clinically diagnosed pelvic inflammatory disease and cervicitis» The American journal of emergency medicine vol. 30,7 (2012): 1114–7. doi:10.1016/j.ajem.2011.07.014
10. Dehon, Patricia M et al. «Histological Evidence of Chronic Mycoplasma genitalium-Induced Cervicitis in HIV-Infected Women: A Retrospective Cohort Study.»The Journal of infectious diseases vol. 213,11 (2016): 1828–35. doi:10.1093/infdis/jiw025
11. Rackaityte, E et al. «Viable bacterial colonization is highly limited in the human intestine in utero.»Nature medicine vol. 26,4 (2020): 599–607. doi:10.1038/s41591-020-0761-3
12. Benner, Marilen et al. «How uterine microbiota might be responsible for a receptive, fertile endometrium.» Human reproduction update vol. 24,4 (2018): 393–415. doi:10.1093/humupd/dmy012
13. Wang, J., Li, Z., Ma, X. et al. Translocation of vaginal microbiota is involved in impairment and protection of uterine health. Nat Commun 12, 4191 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24516-8>
14. Kotaro K, Yukiko T, Rie N, Kohei et al. Live birth rate following oral antibiotic treatment for chronic endometritis in infertile women with repeated implantation failure // Am J Reprod Immunol. 2017 Nov;78(5). Doi: 10.1111/aji.12719
15. Wei, LH., Kuo, ML., Chen, CA. et al. Interleukin-6 promotes cervical tumor growth by VEGF-dependent angiogenesis via a STAT3 pathway. Oncogene 22, 1517–1527 (2003). <https://doi.org/10.1038/sj.onc.1206226>
16. Hu, Zheng, and Ding Ma. «The precision prevention and therapy of HPV-related cervical cancer: new concepts and clinical implications.» Cancer medicine vol. 7,10 (2018): 5217–5236. doi:10.1002/cam4.1501
17. Куснецова, И.В. Аэробный вагинит: терминологические новости и выбор эмпирической терапии / И.В. Куснецова, Е.В. Ших // StatusPraesens. — 2016. — № 9 [33]. — С. 57–62.
18. Кира, Е.Ф. Бактериальный вагиноз / Е.Ф. Кира. — Москва: ООО «Медицинское информационное агентство», 2012. — 472 с.

© Кострома Яна Владимировна (kostromayana@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФИЛЛОИДНАЯ ОПУХОЛЬ — ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ С ПРИМЕРАМИ ИЗ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

PHYLLOID TUMOR — LITERATURE REVIEW WITH EXAMPLES FROM CLINICAL PRACTICE

D. Maximov
A. Aseev
E. Shepel
A. Nevostrueva
A. Morozov
M. Belyak

Summary. Phylloid tumors or leaf-shaped breast tumors are rarely diagnosed and account for about 1% of all breast neoplasms. At the stage of instrumental and laboratory studies, it is extremely difficult to carry out a differential diagnosis of a phylloid tumor. To date, there is no clear algorithm for the diagnosis and treatment of this neoplasm. However, the main diagnostic methods still remain: mammography, ultrasound and magnetic resonance imaging of the mammary glands. And an effective method of treatment is surgical intervention, which is selected depending on the result of histological examination.

Keywords: phylloid tumor, diagnosis of tumor formations, mammary glands, treatment of tumors, oncology.

Максимов Дмитрий Анатольевич
Заведующий онкоотделением, Тверской областной
клинический онкологический диспансер
Асеев Александр Владимирович
Д.м.н., доцент, Тверской государственный
медицинский университет
Шепель Евгений Викторович
Врач-онколог, Тверской областной клинический
онкологический диспансер
Невострueva Анна Александровна
Тверской государственный медицинский
университет
Морозов Артем Михайлович
К.м.н., доцент, Тверской государственный
медицинский университет
Беляк Мария Александровна
Тверской государственный медицинский
университет
belyakmariah@yandex.ru

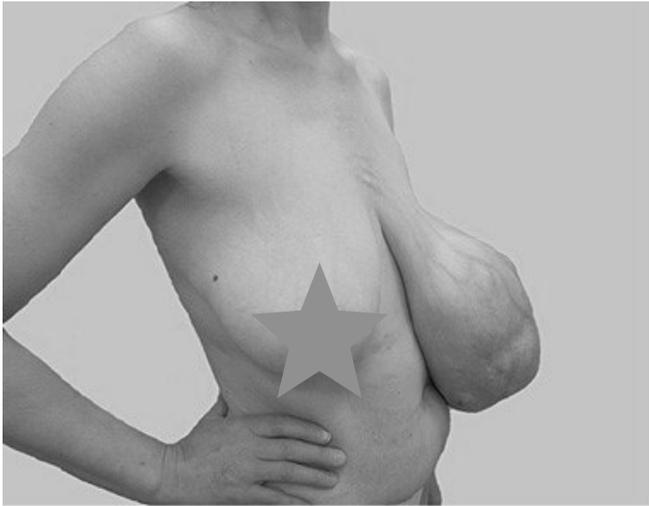
Аннотация. Филлоидные опухоли или листовидные опухоли молочной железы диагностируются редко и составляют около 1% от всех новообразований молочных желез. На этапе инструментальных и лабораторных исследований провести дифференциальную диагностику филлоидной опухоли крайне сложно. На сегодняшний день нет четкого алгоритма диагностики и лечения этого новообразования. Однако основными методами диагностики все также остаются: маммография, ультразвуковое исследование и магнитно-резонансная томография молочных желез. А эффективным методом лечения является хирургическое вмешательство, которое подбирается в зависимости от результата гистологического исследования.

Ключевые слова: филлоидная опухоль, диагностика опухолевых образований, молочные железы, лечение опухолей, онкология.

Актуальность

В 2020 году рак молочной железы по данным Всемирной Организации Здравоохранения стал самой распространенной формой рака во всем мире. В клинической практике встречаются и редкие формы образований молочной железы — филлоидные опухоли (ФО). Филлоидные (листовидные) опухоли молочной железы входят в группу фиброэпителиальных опухолей. Эта группа новообразований сочетает в себе стромальный и эпителиальный компонент, который формирует листовидную структуру опухоли. Диагно-

стировать данный вид образований сложно. Частота встречаемости листовидной опухоли составляет 1% от всех новообразований молочных желез. Гистологически образование представлено соединительно-тканым и эпителиальным компонентом. Не исключается возможность развития ФО из доброкачественных фиброаденом. За счет своего дольчатого строения листовидная опухоль может подвергаться частичной малигнизации. На сегодняшний день тактика лечения ФО остается малоизученной и единственным эффективным методом остается — хирургическое вмешательство [1, 2, 3].



а)



б)

Рис. 1. Фотографии молочных желез при поражении гигантской филоидной опухолью:
а — вид сбоку; б — вид спереди [4]

Цель ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести анализ современных методов диагностики и лечения филоидных опухолей.

Материалы и методы ИССЛЕДОВАНИЯ

Был проведен обзор современной российской и иностранной литературы, описывающий случаи заболевания филоидной опухолью. Использовались публикации не старше 10 лет, опубликованные в онкологических медицинских журналах.

Результаты

Главная отличительная особенность клинической картины при листовидной опухоли — молодой возраст пациенток (до 40 лет), быстрый рост опухоли. Пик заболеваемости приходится на возраст 45–49 лет. Существуют данные, что ФО может развиваться в любой период жизни от подросткового до пожилого. У мужчин данная патология развивается крайне редко, в литературе указано лишь несколько случаев заболевания на фоне гинекомастии [2]. Пальпаторно можно определить крупно-бугристые контуры, новообразования, которое может достигать больших размеров (рисунок 1).

Основная жалоба пациентов — быстрый рост опухоли за короткий промежуток времени. Редко встречается двухфазное течение роста опухоли — длительный

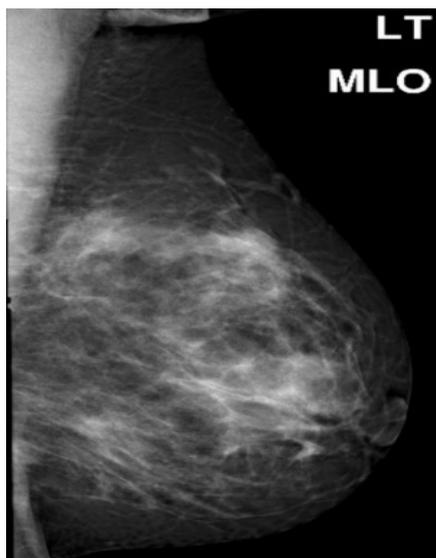
период стабилизации, сменяющийся быстрым ростом. Иногда такая клиническая картина свидетельствует о злокачественном процессе.

Доброкачественные филоидные опухоли, превышающие размер 5 см, могут обладать агрессивной клинической картиной. Однако роль размера опухоли в прогнозировании рисков рецидива после удаления до сих пор остается не ясной.

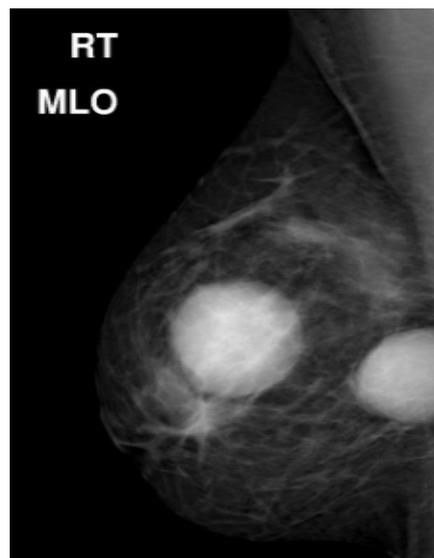
В первые месяцы быстрый рост ФО не сопровождается болевым синдромом. Со временем опухоль может вызывать некроз кожных покровов за счет сдавливания опухолевой массой сосудов и здоровых тканей. Листовидная опухоль растет в радиальном направлении, создавая псевдокапсулу, через которую может перерасти в соседнюю здоровую ткань молочной железы. Редко может вовлекаться в процесс сосково-ареолярный комплекс и двустороннее поражение молочных желез. У 20% пациентов встречается — аксиллярная лимфаденопатия [1, 5].

Диагностика

Основными инструментальными методами диагностики листовидной опухоли молочной железы остаются УЗИ, маммография и МРТ молочных желез. На сегодняшний день нет четких различий рентгенологической картины, позволяющей разграничить формы ФО. Дифференциальный диагноз следует проводить с инвазивной карциномой молочной железы, воспалительной формой рака молочной железы, с лимфомой молочной железы, метапластической карциномой и саркомой, ко-

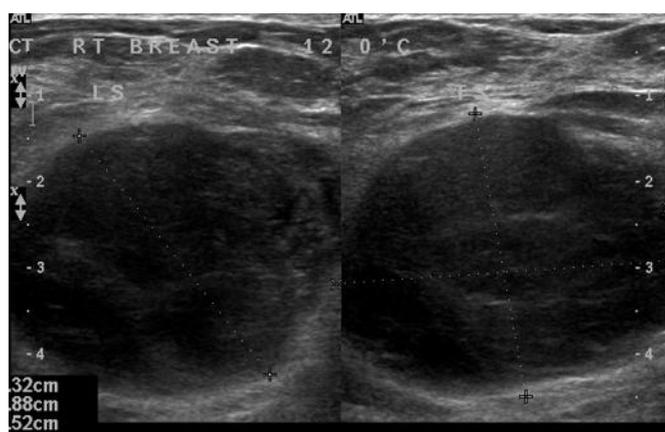


а)

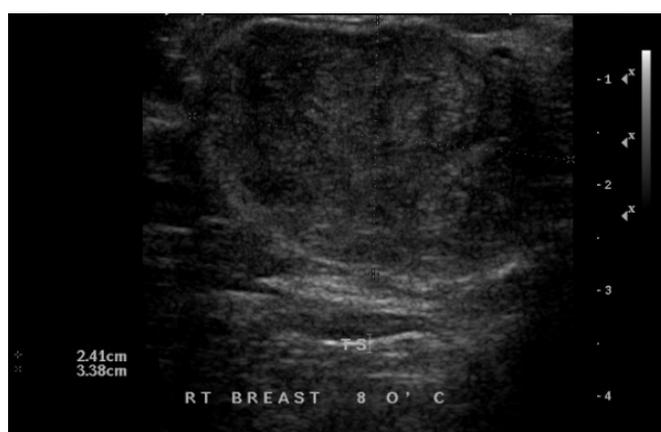


б)

Рис. 2. Филлоидная опухоль на маммографических снимка: а) левая молочная железа в косой (медиолатеральной) проекции; б) правая молочная железа в косой (медиолатеральной) проекции [1]



а)



б)

Рис. 3. Сонограмма молочной железы. Филлоидная опухоль справа: а — образование 33x38x35мм; б — образование 24x33мм [1]

торые в свою очередь могут метастазировать из другого первичного очага [1, 5].

Некоторые авторы считают, что филлоидные опухоли по типу поражения относятся к категории BI-RADS-3, поражения с неопределенным злокачественным потенциалом (Breast Imaging-Reporting and Data System). Они чаще трансформируются в протоковую карциному in situ (DCIS) и низкодифференцированные инвазивные опухоли [6].

На маммограмме филлоидная опухоль определяется как высокоинтенсивная тень с четким, неровным

контуром, за счет дольчатой структуры опухоли. На некоторых снимках можно увидеть — ободок просветления. За счет большой массы опухолевого узла происходит смещение фиброно — стромальных элементов молочной железы, вследствие концентрации тканей происходит усиление рисунка (рисунок 2) [1].

При ультразвуковом исследовании молочных желез филлоидная опухоль имеет ряд отличительных особенностей: новообразование смешанной эхогенности, неоднородности структуры с неровными контурами; в режиме цифрового доплеровского картирования от-

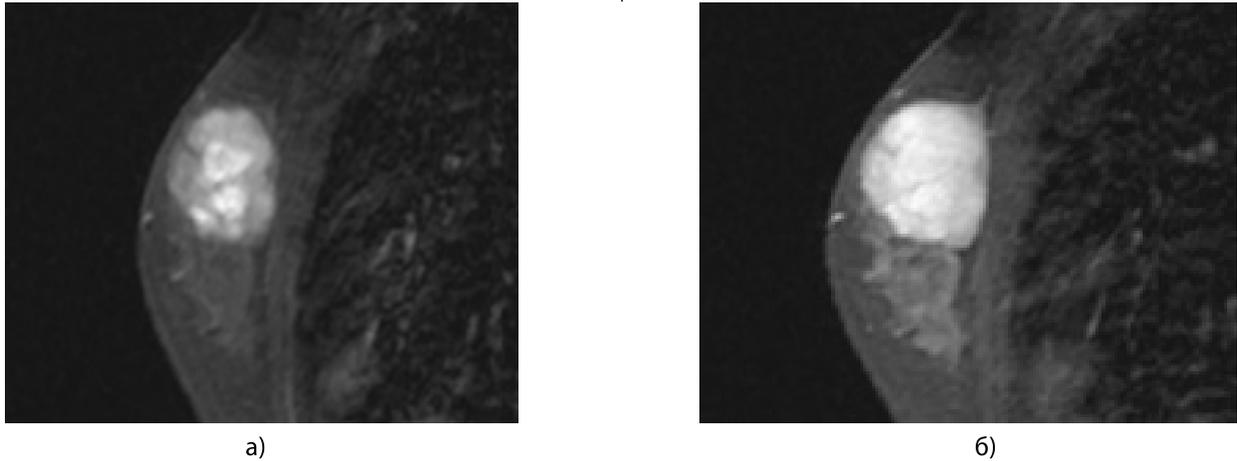


Рис. 4. Филлоидная опухоль правой молочной железы на магнитно-резонансной томографии:
 а — в центре новообразования четко визуализируется солидная структура (2 минуты постконтраста; б — округлое образование, дольчатого строения с хорошо очерченными контурами (5 минут постконтраста) [7]

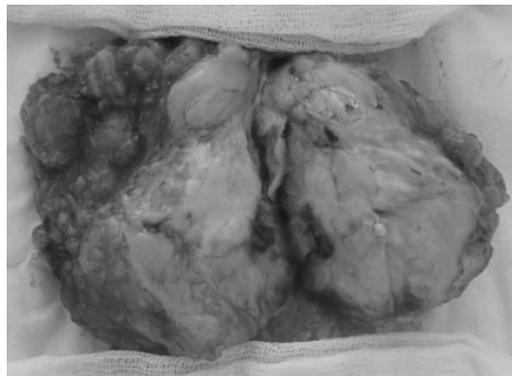


Рис. 5. Макропрепарат удаленной филлоидной опухоли [7]

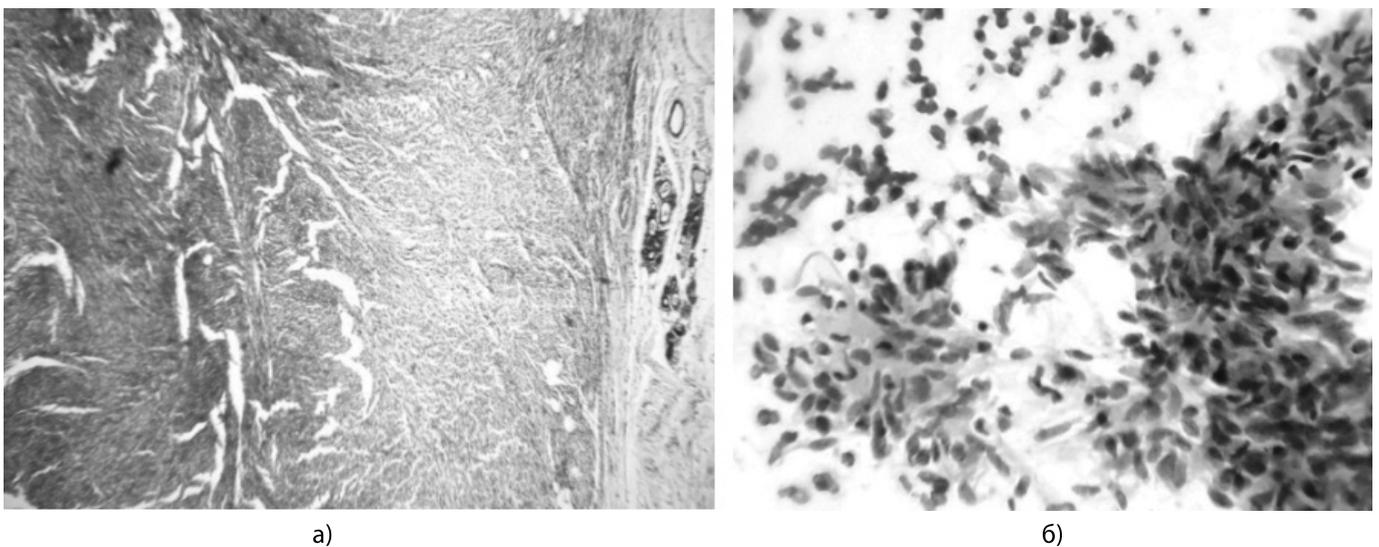


Рис. 6. Микропрепараты филлоидной опухоли:
 а — иммуногистограмма; б — цитограмма [2]

мечается внутриузловая васкуляризация, это косвенно указывает на активный рост опухоли; наличие анэхогенных структур подтверждает наличие кистозных полостей в опухоли (рисунок 3) [1].

На магнитно-резонансной томографии филоидные опухоли могут иметь гомогенную или гетерогенную структуру. Листовидная опухоль представляет собой дольчатый конгломерат с множеством перегородок. Часто хорошо визуализируются кистозные полости с ровными контурами, они наиболее характерны для доброкачественного образования. Кистозные полости с неровными краями и сигналом гетерогенной интенсивности характерны для злокачественного новообразования. При проведении контрастирования, можно обнаружить очаги некроза или кровоизлияний, что свидетельствует о быстром росте опухоли и ее возможной малигнизации (рисунок 4) [7].

Гистологическое исследование позволяет определить свойства филоидной опухоли и ее потенциал. Общий риск злокачественности составляет 9,9–35,1% [3]. В 64% встречается доброкачественный вариант течения болезни, в 25% злокачественный. Риск рецидива при доброкачественной ФО, 4,7–30%, при пограничной и злокачественной ФО, 30–65%. Доброкачественные и пограничные ФО принято относить к категории — BI-RADS-3 (Breast Imaging-Reporting and Data System), злокачественные — BI-RADS-5 [6, 7].

В доброкачественных ФО атипия клеток умеренная или может полностью отсутствовать, митотическая активность менее 4 митозов. В пограничных филоидных опухолях встречаются атипичные клетки, их митотическая активность варьирует от 5 до 9 митозов. В злокачественных ФО отмечается выраженный ядерный полиморфизм, высокая митотическая активность — более 10 митозов [1, 5].

Для определения морфологической принадлежности опухоли и ее иммуногистохимического (ИГХ) потенциала необходимо выполнение, core-биопсии. В современной практике тонкоигольная аспирационная биопсия (ТАБ) признана малоинформативным методом исследования, ввиду большого количества ложноотрицательных результатов. Морфологическим подтверждением ФО является — гистологическое исследование, для его выполнения требуется материал трепанбиопсии или послеоперационный препарат [2].

Размер узла не зависит от формы ФО, но при злокачественном варианте у большинства пациентов диаметр узлов > 6,0 см (рисунок 5) [7].

Микроскопически ФО имеют строение сходное фиброаденомам и саркомам высокой степени злокаче-

ственности. Высокое преобладание стромальной клеточности и стромальных митозов позволяет провести безошибочную дифференцировку опухоли (рисунок 6) [2].

При доброкачественной ФО отсутствие вышеперечисленных признаков затрудняет постановку патоморфологического диагноза. Главный критерий постановки диагноза — наличие эпителиального и соединительнотканного компонентов. Обычно, второй из них преобладает.

Источником местного рецидива ФО являются — опухолевые клетки стромы. В силу своего дольчатого строения в пределах одной опухоли не редко встречается гетерогенная структура, которая включает в себя элементы доброкачественного и злокачественного строения. Мелкие очаги малигнизации, могут быть пропущены в ходе гистологического исследования и в дальнейшем могут выявиться в виде местных рецидивов или отдаленных метастазов [2].

Из-за отсутствия точных стандартов для интерпретации гистологического исследования операционного материала возникают сложности верифицирования опухоли. Примерно в 25% случаев отмечается расхождение морфологических заключений при изучении одного и того же препарата разными патоморфологами [1].

Хирургическое лечение

В силу редкой выявляемости и проведения малого количества ретроспективных рандомизированных исследований, основным методом лечения является — хирургический [1]. Стандарт лечения ФО — полное хирургическое иссечение с интактными краями резекции. Характер операции при доброкачественных и пограничных ФО различный. При доброкачественной форме новообразования после резекции, нет никакой зависимости между отступом от края и риском развития местного рецидива. Если говорить о злокачественной форме, то риск развития местного рецидива увеличивается, если край резекции <10мм [6].

Под руководством Jae Hуuck Jang было проведено ретроспективное исследование, в период с 1995 г. по 2009 г. рассмотрено 164 случая хирургического лечения ФО. Никто из пациентов не получал неоадьювантное лечение. Средний период наблюдения составил 33,6 мес., средний возраст пациентов — 43года (от 11 до 72 лет), средний размер опухоли — 6,1см (минимальный размер— 1см, максимальный — 30см). Из 164 пациентов, 148 проведено — хирургическое иссечение, в 16 случаях проведены — мастэктомии.

По результатам гистологического исследования у 82 пациентов выявлена доброкачественная ФО, у 42 — пограничная и еще у 40 — злокачественная ФО. Положительные края резекции были обнаружены у 43 женщин. Местные рецидивы встретились в 31 случае, около 70% из них произошли в первые 2 года. При дальнейшем обследовании у 4 пациенток были выявлены отдаленные метастазы. По результатам наблюдения было выявлено, что основным фактором риска для развития рецидива является — положительный край резекции и размер опухоли более 8,8 см. Стоит отметить, что ширина края резекции не влияла на возникновение местного рецидива [1].

В ФГБУ «РНЦРР» МР в период с января 2010 г. по январь 2021 г. находились 52 пациентки с ФО. Женщины старше 40 лет составили — 70% (36 пациенток), оставшиеся 30% (16 пациенток) — женщины младше 40 лет. Из всей когорты у 16 выявлена злокачественная форма ФО веретенноклеточного строения, у 36 — доброкачественная форма ФО. У 15 пациенток опухоль располагалась в верхненаружном квадранте, у 12 — в нижневнутреннем, у 9 — в верхневнутреннем и еще у 7 — в нижненаружном квадранте. У 6 пациенток опухоль распространялась на 2 и более квадранта, у 3 — субтотальное поражение молочных желез. Одномоментная реконструкция с использованием эндопротеза была проведена — 3 пациенткам со злокачественной формой ФО, 13 пациенткам была проведена мастэктомия. Интраоперационно всем женщинам выполнялось срочное гистологическое исследование на предмет чистоты краев. По результатам срочного и планового гистологического исследования — опухолевых клеток в краях резекции не обнаружено [5].

Лучевая терапия (ЛТ)

В настоящее время по данным литературы, практически нет исследований, которые изучали бы влияние лучевой терапии при широком иссечении ФО молочных желез. Существует мнение, что адъювантная ЛТ снижает риск местных рецидивов при органосохраняющих операциях в случае пограничной и злокачественной форме ФО. Было проведено ретроспективное исследование, которое включало 478 пациентов со злокачественной формой ФО молочной железы. Все пациенты получили хирургическое лечение. После проведенной лампэктомии пятилетняя выживаемость для 169 пациентов составила — 91% (размер опухоли 0–2 см), 85% — 2–5 см, 59% — 5–10 см; при опухоли более 10 см проводилась — мастэктомия. После проведенной мастэктомии (207 пациентов) пятилетняя выживаемость составила — 100% (размер опухоли 0–2 см), 95% — 2–5 см, 88% — 5–10 см, 85% — 10–20 см. Таким

образом авторы исследования пришли к выводу, что пациентам, которым была произведена лампэктомия необходимо рассмотреть возможность прохождения адъювантной ЛТ, для снижения риска местного рецидива [1, 5].

Учеными из Египта проведено ретроспективное исследование с января 2005 по декабрь 2019 года. Было проанализировано 108 пациентов. У 50 пациенток были доброкачественные формы ФО, у 26 — пограничные и у 32 — злокачественные. В группе пациенток с доброкачественными формами ФО не наблюдалось разницы между пациентами, получавшими адъювантную ЛТ и теми, кто ее не делал. У пациентов пограничной/злокачественной группы, которые прошли адъювантную ЛТ значительно снизились показатели местного рецидива. У 42% пациентов, которые не прошли адъювантную ЛТ наблюдались местные рецидивы. У женщин, которым была произведена мастэктомия и после проведена адъювантная ЛТ, пятилетняя выживаемость без местных рецидивов составила — 100%; у женщин, которые получили исключительно хирургическое лечение, пятилетняя выживаемость без местных рецидивов составила 83%. Результаты текущего исследования подтверждают отсутствие необходимости проведения адъювантной ЛТ пациентам с доброкачественной формой ФО; и необходимость проведения адъювантной ЛТ пациентам с пограничной и злокачественной формами ФО, для повышения общей выживаемости без местных рецидивов [5].

Химиотерапия

Данные об эффективности химиотерапии (ХТ) при ФО очень противоречивы. Нет больших рандомизированных исследований, которые оценивали бы эффективность адъювантной ХТ в отношении ФО. Большинство работ описывают единичные клинические случаи. Выявлена минимальная чувствительность к ХТ, которая не влияет на количество безрецидивной выживаемости.

Применение гормональной терапии не эффективно, не смотря на наличие положительных рецепторов эстрогена и прогестерона в эпителиальном компоненте некоторых ФО. Проводятся исследования, подтверждающие существование молекулярных путей, которые могут быть потенциальными мишенями для таргетной терапии [1].

Клинический опыт

С 2015 по 2020 гг. на базе Тверского областного онкологического диспансера (ГБУЗ ТОКОД) отделения № 4, выявлено 13 случаев ФО.

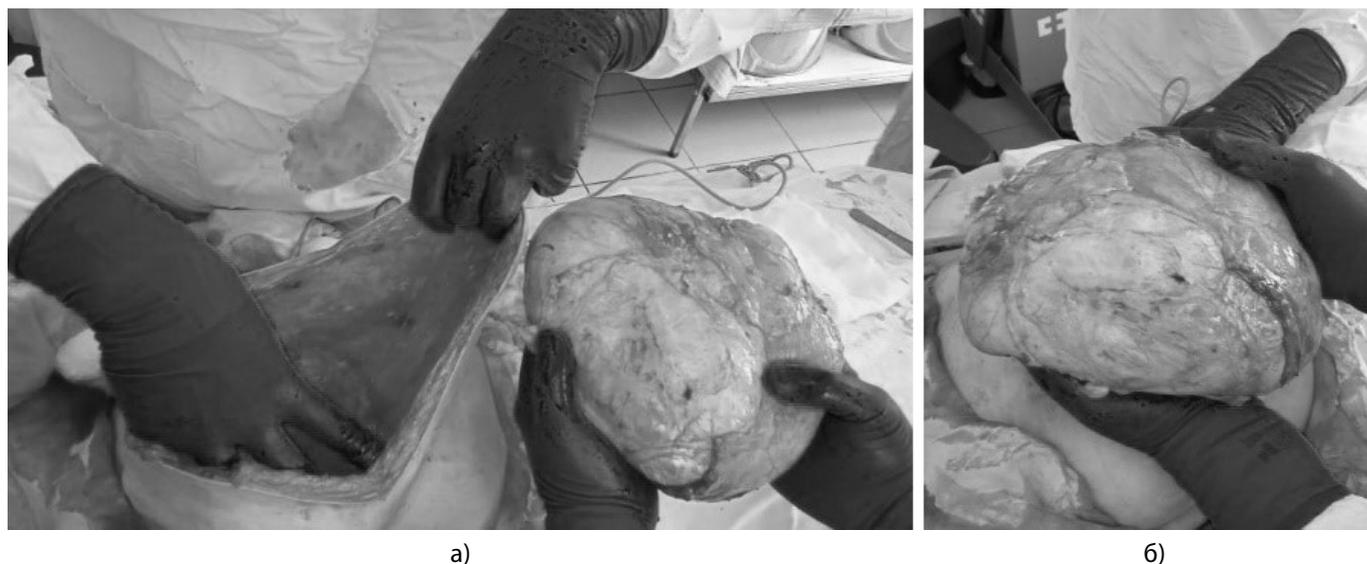


Рис. 7. Удаление филоидной опухоли левой молочной железы 23х17 см: а — соотношение объема филоидной опухоли к объему молочной железы; б — удаленная филоидная опухоль

Большая часть женщин была направлена в ТОКОД после диспансеризации со снимками маммографии или результатами ультразвуковой диагностики. Большая часть пациенток (90%) предъявляла жалобы на быстрый рост опухоли.

Возраст женщин варьировался от 43 до 68 лет. 3 пациентки в возрасте 43–45 лет, 4 в возрасте 46–55 лет и 6 пациенток в возрасте 56–68 лет.

У двух женщин гистологически была подтверждена злокачественная форма ФО (возраст пациенток 43 и 68 лет), у 3 — пограничная, у 8 — доброкачественная форма.

Пациенткам с доброкачественной формой ФО была выполнена — секторальная резекция. Женщинам с пограничной формой ФО провели — радикальную резекцию. Мастэктомия была показана двум пациенткам со злокачественной формой ФО. Интраоперационно женщинам с пограничной и злокачественной формами ФО выполнялось срочное гистологическое исследование для определения чистоты краев (рисунок 7).

Послеоперационный период протекал гладко, проводились перевязки, антибактериальная противовоспалительная терапия. Полихимиотерапию и лучевую терапию — никто не получал.

Один год после радикальной резекции у пациентки с пограничной формой ФО правой молочной железы произошел рецидив. Хирургами была выполнена радикальная мастэктомия. Интраоперационно проводи-

лось срочное гистологическое исследование для определения чистоты краев раны.

Все пациенты были комплексно обследованы, данных за очаговую патологию, не выявлено.

На сегодняшний день все женщины здоровы и находятся на диспансерном наблюдении в ГБУЗ ТОКОД.

Обсуждение

В силу редкой выявляемости филоидных опухолей лечением с доказанной эффективностью остается — хирургическое вмешательство. При доброкачественных и пограничных формах филоидной опухоли операциями выбора являются секторальная и радикальная резекция. Нет подтверждающих данных о целесообразности удаления лимфатических коллекторов, так как филоидная опухоль обладает свойством гематогенного метастазирования [6].

При своевременной и правильной постановке диагноза доброкачественные ФО редко подвергаются малигнизации. Но описаны случаи неблагоприятного течения заболевания. Чаще всего злокачественная форма листовидной опухоли дает отдаленные метастазы в легкие [1].

С уверенностью можно говорить, что использование гормонотерапии для лечения листовидной опухоли не обладает доказательной эффективностью. Также на сегодняшний день нет рандомизированных исследований, подтверждающих высокую эффективность

применения лучевой терапии и химиотерапии в адьювантных [6].

Во всем мире отсутствуют четкие диагностические критерии, характерные для листовидной опухоли. Именно поэтому 25% доброкачественных филоидных опухолей диагностируется, как фиброаденомы.

Коллеги из Египта оставляют за собой возможность проведения пациентам с пограничной и злокачественной формой филоидной опухоли — лучевой терапии. В исследованиях выявлен существенный положительный эффект. Выживаемость после облучения увеличивается до 100%. Риск местного рецидива минимален [5].

В ФГБУ «РНЦРР» МР на ряду с мастэктомиями проводят одномоментные реконструкции с использованием эндопротеза пациенткам со злокачественной формой филоидной опухоли. Такая операция позволяет добиться хорошего клинического и эстетического эффекта.

В ГБУЗ ТОКОД из 13 пациентов после хирургического вмешательства рецидив возник только у 1 пациентки. В дальнейшем ей провели мастэктомию. Несмотря на отсутствие проведения лучевой терапии и химиотерапии общая выживаемость пациентов составила — 100%.

Проведение срочного гистологического исследования позволяет в разы уменьшить вероятность местного рецидива. Это быстрый, эффективный и недорогой метод, который может застраховать пациента от местного рецидива и отдаленных метастазов.

ВЫВОДЫ

Филоидные опухоли молочной железы — редкая патология. Современные знания о листовидных опухолях неоднозначны. В связи с этим отсутствуют четкие алгоритмы диагностики и лечения, поэтому требуется дальнейшее изучение проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зикиряходжаев А.Д., Широких И.М., Харченко Н.В., Запиров Г.М., Сарибекян Э.К., Аблицова Н.В., Ермаков А.В., Кунда М.А., Сидоренко В.С., Геворгян Г.С. Филоидные опухоли молочных желез. Современное состояние проблемы // Исследования и практика в медицине. — 2017. — Т. 4. — № 2. — С. 13–22. — DOI 10.17709/2409–2231–2017–4–2–2.
2. Семиглазов В.В., Ван Шу, Табагуа Т.Т., Семиглазова Т.Ю. Диагностика и лечение филоидных опухолей молочной железы // Вопросы онкологии. — 2016. — Т. 62. — № 3. — С. 552–559.
3. Корженкова Г.П., Касимова А.А. Злокачественная листовидная опухоль на примере клинического случая // Вестник рентгенологии и радиологии. — 2021. — Т. 102. — № 3. — С. 178–182. — DOI 10.20862/0042–4676–2021–102–3–178–182.
4. Волченко А.А., Пак Д.Д., Усов Ф.Н., Фетисова Е.Ю. Гигантская листовидная опухоль молочной железы: клиническое наблюдение // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2012. — № 2. — С. 27–30.
5. Ходорович О.С., Солодкий В.А., Калинина-Масри А.А., Саркисян К.Д., Шерстнева Т.В., Клешнева В.О., Канахина Л.Б., Лазукина И.А., Летц-Орлецов К.К. Филоидные опухоли молочной железы. От диагностики до патоморфологического исследования // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2021. — Т. 17. — № 3. — С. 69–78. — DOI 10.17650/1994–4098–2021–17–3–69–78.
6. Высоцкая И.В., Гладиллина И.А., Кирсанов В.Ю., Понедельникова И.В., Ким Е.А., Пономарев В.Е. Поражения молочной железы с неопределенным злокачественным потенциалом // Опухоли женской репродуктивной системы. — 2021. — Т. 17. — № 2. — С. 46–57. — DOI 10.17650/1994–4098–2021–17–2–46–57.
7. Родионова Л.М., Мехеда Л.В., Фомина Л.Я. Сложности цитологической диагностики фиброэпителиальных опухолей: фиброаденома и филоидная опухоль // Клиническая и экспериментальная морфология. — 2020. — Т. 9. — № 1. — С. 20–29. — DOI 10.31088/СЕМ2020.9.1.20–29.

© Максимов Дмитрий Анатольевич, Асеев Александр Владимирович,
Шепель Евгений Викторович, Невоструева Анна Александровна,
Морозов Артем Михайлович, Беляк Мария Александровна (belyakmariah@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕНОПАУЗАЛЬНЫЙ МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ. ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ

MENOPAUSAL METABOLIC SYNDROME. FEATURES OF THE FLOW

**N. Urudzheva
A. Esedova
M. Idrisova
T. Magomedova
S. Allahkuliyeva**

Summary. In the modern world, metabolic syndrome occupies one of the leading places in the structure of human morbidity and mortality. Peri- and postmenopausal women are particularly at risk of developing MS due to aging and loss of the protective effect of estrogens on the body. Menopausal metabolic syndrome (MMS) is a combination of metabolic changes that occur against the background of ovarian function shutdown, and include: weight gain with the formation of abdominal obesity, insulin resistance and dyslipidemia, microalbuminuria later develop, disorders in the fibrinolysis and coagulation system. Metabolic syndrome in postmenopausal women is characterized by a rapid course due to changes in fat, lipid metabolism, due to characteristic changes in the hemostasis system, the cardiovascular system, which significantly progress against the background of estrogen deficiency. In women with MS in the postmenopausal period, proliferative changes of the uterus, hyperplasia are more often observed

Keywords: menopause, menopause, metabolic syndrome, obesity, arterial hypertension, proliferative diseases of the uterus, endometrial hyperplastic processes.

Уруджева Наида Ганифаевна

Ассистент, Дагестанский государственный
медицинский университет
sm.naida9991@mail.ru

Эседова Асият Эседовна

Д.м.н., профессор, Дагестанский государственный
медицинский университет

Идрисова Муминат Абдусаламовна

Ассистент, Дагестанский государственный
медицинский университет

Магомедова Тейли Султановна

Ассистент, Дагестанский государственный
медицинский университет

Аллахкулиева Саида Зибиулаевна

Доцент, Дагестанский государственный
медицинский университет
Allahkulievasaida@mail.ru

Аннотация. В современном мире метаболический синдром занимает одно из ведущих мест в структуре заболеваемости и смертности человека. Женщины в пери- и постменопаузе особенно подвержены риску развития МС из-за старения и потери защитного действия эстрогенов на организм. Менопаузальный метаболический синдром (ММС) — это сочетание метаболических изменений, которые возникают на фоне включения функции яичников, и включают в себя: прибавку массы тела с формированием абдоминального ожирения, инсулинорезистентность и дислипидемию, позже развиваются микроальбуминурия, нарушения в системе фибринолиза и коагуляции. Метаболический синдром у женщин в постменопаузальном периоде характеризуется быстрым течением за счет изменений в жировом, липидном обменах, за счет характерных изменений в системе гемостаза, сердечно-сосудистой системе, которые значительно прогрессируют на фоне дефицита эстрогенов. У женщин с МС в постменопаузальный период чаще наблюдаются пролиферативные изменения матки, гиперпластические процессы эндометрия, артериальная гипертензия, заболевания эндокринной системы, варикозная болезнь вен нижних конечностей, заболевания молочных желез, а также повышенный риск развития сердечно-сосудистых осложнений по шкале SCORE. Метаболический синдром значительно ухудшает течение постменопаузального периода, способствует большей вероятности развития гинекологической и экстрагенитальной патологии.

Ключевые слова: менопауза, климакс, метаболический синдром, ожирение, артериальная гипертония, пролиферативные заболевания матки, гиперпластические процессы эндометрия.

метаболический синдром и менопауза

Метаболический синдром (МС) характеризуется увеличением массы висцерального жира, снижением чувствительности периферических тканей к инсулину и гиперинсулинемией, которые вызывают развитие нарушений углеводного, липидного, пуринового обменов и артериальной гипертензии [1, 2, 3, 4].

В современном мире с большими мегаполисами метаболический синдром занимает одну из лидирующих позиций в структуре заболеваемости и смертности человека [5, 6, 7].

Женщины в пери- и постменопаузальном периоде своего существования особенно подвержены риску развития метаболического синдрома из-за старения и потери защитного действия гормона эстрогена на организм. Также, по мнению некоторых авторов, на частоту развития метаболического синдрома влияет интеллектуальная трудовая деятельность многих женщин, связанная с малоподвижным образом жизни и стрессом на рабочем месте [8, 9].

Менопаузальный метаболический синдром (ММС) — это сочетание метаболических изменений, которые возникают на фоне регресса функции яичников, и включают в себя: прибавку массы тела с формированием абдоминального (висцерального) ожирения, инсулинорезистентность и дислипидемию, позже развиваются микроальбуминурия, нарушения в системе фибринолиза и коагуляции [10, 11].

Интересно отметить, что по данным некоторых исследований, во время менопаузального перехода у женщин наблюдается более быстрое увеличение тяжести метаболического синдрома в пременопаузальный и перименопаузальный периоды, чем в постменопаузальный период. Эти данные позволили авторам сделать вывод о том, что более высокая распространенность метаболического синдрома у женщин в постменопаузе может быть вызвана в большей степени изменениями во время менопаузального перехода, чем постменопауза [12].

Накопление висцерального жира, приводящее к увеличению окружности талии, особенно у женщин с нормальным весом, формируется не сразу, а постепенно. Этот факт, без сомнения, является важным предиктором метаболических нарушений, таких как инсулинорезистентность, сахарный диабет 2 типа и дислипидемия [13, 14]. Таким образом шаг за шагом постепенно у пациенток в постменопаузальном перио-

де создаются благоприятные условия для формирования метаболического синдрома [14].

Менопаузальная гормональная терапия (МГТ), назначенная женщинам в раннем постменопаузальном периоде и/или в возрасте моложе 60 лет, а так же борьба с избыточной массой тела снижают общую смертность на 30–52%. Это способствует первичной профилактике ряда злокачественных опухолей, в том числе рака молочной железы, сахарного диабета 2 типа и сердечно-сосудистой заболеваемости [14, 15, 16]. Все это способствует улучшению качества жизни женщины, что способствует повышению ее трудоспособности. Однако, есть женщины, которые не желают принимать гормональные препараты (предубеждения, лишние затраты на лекарства, страх увеличения массы тела), или пациентки, у которых имеются противопоказания для назначения МГТ. Мы решили провести динамическое наблюдение за пациентками в постменопаузальном с МС и без него, которые категорически отказались от гормонального лечения, хотя противопоказаний для приема препаратов у них не было.

Настоящая работа проводилась на кафедре акушерства и гинекологии педиатрического, стоматологического и медико-профилактического факультетов Дагестанского государственного медицинского университета (руководитель — проф., д.м.н. Эседова А.Э.). Подбор пациенток проводился на клинической базе кафедры акушерства и гинекологии ДГМУ в отделении оперативной гинекологии и отделении эндокринологии ФГБУЗ ЮОМЦ ФМБА России, на клинической базе кафедры в медицинском центре «Астрамед», на клинической базе РДЦ отделении гинекологии города Махачкала Республики Дагестан, РФ.

Цель исследования

Определить особенности течения постменопаузального периода у пациенток с метаболическим синдромом.

Материалы и методы исследования

Всего было обследовано 60 пациенток, у которых в течение последних 2–5 лет наступила менопауза. Все пациентки были поделены на 2 группы в зависимости от наличия у них МС или нет. 1 группу составили 26 пациенток с МС (43,3%), 2 группу — 34 женщины без метаболических нарушений (56,7%).

Критерии включения: пациентки в возрасте от 47 до 55 лет, у которых с момента наступления менопаузы прошло 2–5 лет. Пациентки, которые дали информированное согласие на участие в данном исследовании.

Таблица 1. Средний возраст обследуемых пациенток в разных группах.

Группы, n-60	Возраст, лет
1 группа, n-26	50,2±1,9 (от 47 до 55)
2 группа, n-34	50,6±1,8 (от 47 до 54)

Критерии исключения: пациентки с ранней или поздней менопаузой. Пациентки, у которых с момента наступления менопаузы прошло менее 2 лет или более 5 лет. Пациентки с тяжелым течением сопутствующей экстрагенитальной патологией. Пациентки, у которых были противопоказания для назначения МГТ. Пациентки, которые отказались подписывать информированное согласие на участие в данном исследовании.

По возрасту все пациентки разных групп были сопоставимы (таблица 1).

При проведении физикального осмотра все пациентки имели телосложение по женскому типу. Массо-ростовые показатели у обследованных женщин варьировали в достаточно широких пределах. Вес пациенток колебался от 49 кг до 105 кг, рост — от 163 см до 172 см, индекс массы тела (ИМТ) — от 18,6 до 37,2 кг/м².

У пациенток 1 группы ИМТ — 31,5±1,9 кг/м² (от 27,6 до 35,4 кг/м²). И во 2 группе — 22,4±1,8 кг/м² (от 18,9 до 25,4 кг/м²). То есть, у пациенток с метаболическим синдромом значения ИМТ были достоверно выше по сравнению с данными пациенток без МС. Надо отметить, что у 8 пациенток 1 группы (30,8%) прибавка массы тела была отмечена после родов, у 18 пациенток (69,2%) отмечалась постепенная прибавка веса в течение последних 10 лет.

Однако только по ИМТ нельзя судить о количестве и характере распределения жировой ткани [10, 16]. Наиболее простой и часто проводимый метод, используемый в клинической практике, это вычисление отношения окружности талии (ОТ) к окружности бедер (ОБ). При ОТ/ОБ > 0,8 можно говорить об абдоминальном ожирении, когда накопление жира распределяется в основном в области передней брюшной стенки [1, 10, 17].

При измерении отношения между окружностью талии и бедер у обследуемых пациенток были получены следующие результаты. У пациенток 1 группы ОТ/ОБ было равно — 1,3±0,15 (от 0,9 до 1,5), во 2 группе средний показатель отношения ОТ/ОБ равнялся 0,8±0,11, и колебался от 0,6 до 1,1. То есть, у пациенток с МС достоверно выше было соотношение ОТ/ОБ по сравнению с пациентками без метаболических нарушений.

При сборе анамнеза у пациенток выраженных отклонений в менструальной функции выявлено не было. При сборе анамнеза оказалось, что у некоторых пациенток были нарушения менструального цикла, по поводу чего им было проведено раздельное диагностическое выскабливание слизистой цервикального канала и полости матки под контролем гистероскопии. Так нарушения были у 6 пациенток 1 группы (23,1%), у 3 пациенток 2 группы (8,8%). У пациенток без МС намного реже наблюдались нарушения менструального цикла, требующие хирургического вмешательства, по сравнению с пациентками с МС, однако данные не достоверные.

При определении относительного риска (RR) оказалось, что у пациенток с МС он равен 2,6 (ДИ 95%, 0,7–9,5), то есть вероятность развития нарушений менструального цикла, требующих оперативного лечения, у пациенток с МС намного чаще по сравнению с пациентками без метаболических нарушений.

При анализе особенностей детородной функции обращало на себя внимание количество проведенных прерываний беременности по желанию и самопроизвольных выкидышей. Некоторые пациентки в анамнезе обращались к гинекологу для проведения хирургического аборта по желанию на малом сроке беременности. Надо отметить, что у всех пациенток данная процедура и послеоперационный период протекали без осложнений. В 1 группе абортов не было у 11 женщин (42,3%), 1 аборт был у 10 пациенток данной группы (38,5%), 2 аборта — у 5 пациенток (19,2%). Во 2 группе у 22 пациенток абортов не было (64,7%), 1 аборт был у 7 пациенток (20,6%), 2 аборта — у 4 пациенток (11,8%), и 3 аборта у 1 женщины (2,9%).

Также мы проводили анализ по частоте встречаемости у пациенток самопроизвольных выкидышей. Надо отметить, что происходили они все на малом сроке беременности (до 12 недель), после чего проводили вакуумную аспирацию содержимого полости матки. Осложнений во время проведения процедуры и в послеоперационном периоде не было. В 1 группе самопроизвольного выкидыша не наблюдалось у 13 пациенток (50%), 1 выкидыш произошел у 2 пациенток данной группы (7,7%), 2 выкидыша — у 11 пациенток (42,3%). Во 2 группе самопроизвольного выкидыша не было у 25 женщин (73,5%), 1 выкидыш — у 7 пациенток (20,6%), и 2 выкидыша у 2 пациенток (5,9%).

Таблица 2. Гинекологическая патология, наблюдаемая у обследуемых пациенток.

Заболевания	1 группа n-26	2 группа n-34
Миома матки	16 (61,5%)*	11 (32,4%)
Эндометриоз	12 (46,1%)*	6 (17,6%)
Гиперплазия эндометрия в анамнезе	11 (42,3%)*	4 (11,8%)
Гормональное лечение в анамнезе	3 (11,5%)	3 (8,8%)

* — $p < 0,05$ в сравнении с тем же показателем с группой пациенток без МС

Таблица 3. Сопутствующая экстрагенитальная патология, выявленная у обследуемых пациенток.

Заболевания	1 группа n-26	2 группа n-34
Артериальная гипертензия	21 (80,8%)*	6 (17,6%)
Заболевания эндокринной системы	12 (46,2%)*	3 (8,8%)
Варикозная болезнь вен нижних конечностей	15 (57,7%)*	5 (14,7%)
Железисто-кистозная гиперплазия молочных желез	9 (34,6%)	6 (17,6%)

* — $p < 0,05$ в сравнении с тем же показателем с группой пациенток без МС

При анализе представленных данных обращает на себя внимание меньшее количество проведения хирургического аборта у пациенток без МС. При вычислении относительного риска (RR) оказалось, что он равен 1,6 (ДИ 95%, 0,9–2,9). Данная частота проведения хирургического аборта, возможно, может приводить к гормональным изменениям в организме и способствовать в последующем развитию МС у данных пациенток.

Что касается частоты самопроизвольных выкидышей, то по нашим данным у пациенток с МС их частота в 1,9 раз выше, чем у пациенток без МС, что указывает на то, что пациентки с метаболическими нарушениями входят в группу риска по потери беременности. RR1,9 (ДИ 95%, 1,0–3,7).

Встречаемость гинекологической патологии представлена в таблице 2. При сборе гинекологического анамнеза были выявлены некоторые особенности. Так частота пролиферативных заболеваний (миома матки, эндометриоз, гиперплазия эндометрия) встречалась у пациенток с МС достоверно чаще по сравнению с пациентками без МС (таблица 2).

Относительный риск (RR) встречаемости миомы матки у пациенток с МС и без МС равен 1,9 (ДИ 95% 1,1–3,4). RR при эндометриозе равен 2,6 (ДИ 95% 1,1–6,0). И при гиперплазии эндометрия RR=3,6 (ДИ 95% 1,3–10,0). То есть вероятность развития пролиферативных заболеваний матки в несколько раз выше у пациенток с метаболическими нарушениями.

При изучении особенностей экстрагенитальной патологии у обследуемых пациенток, обращает на себя внимание достоверно высокая частота встречаемости артериальной гипертензии, что объяснимо с учетом наличия у пациенток МС; заболеваний эндокринной системы, которые очень часто сопровождают МС; варикозная болезнь вен нижних конечностей и заболеваний молочных желез, которые часто наблюдаются при повышенной массе тела (таблица 3).

Относительный риск (RR) встречаемости артериальной гипертензии у пациенток с МС по сравнению с пациентками без МС равен 4,6 (ДИ 95% 2,2–9,7). RR при заболеваниях эндокринной системы равен 5,2 (ДИ 95% 1,6–16,6). При варикозной болезни вен нижних конечностей RR=3,9 (ДИ 95% 1,6–9,4). И при заболеваниях молочных желез RR=1,9 (ДИ 95% 0,8–4,8).

Многие годы считалось, что ожирение является протективным фактором в отношении развития вазомоторных симптомов, так как андрогены ароматизируются в эстрогены в жировой ткани. Однако в крупных наблюдательных исследованиях было показано, что ожирение — один из главных факторов, предрасполагающих к появлению приливов [1]. Результаты нашего исследования также подтвердило данные литературы.

Мы определяли модифицированный менопаузальный индекс (ММИ) по шкалам нейровегетативных, эндокринно-метаболических и психоэмоциональных нарушений. В 1 группе средний уровень ММИ был равен $47,5 \pm 8,1$ (от 32 до 58), легкая степень выраженности

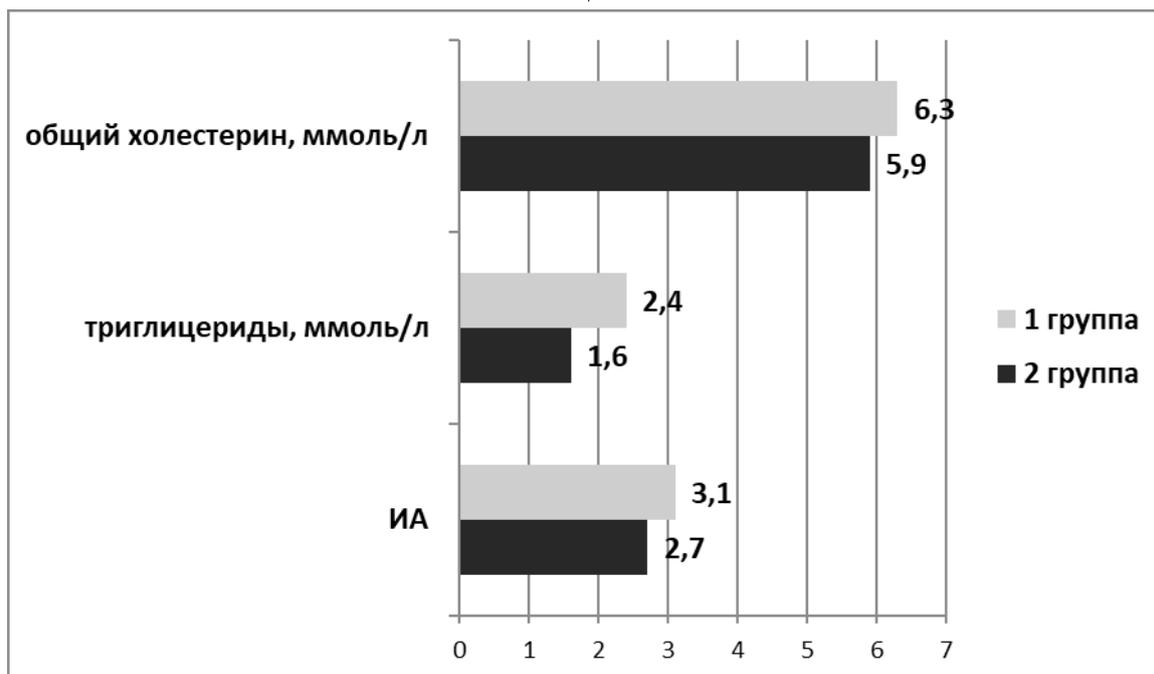


Рис. 1. Некоторые биохимические показатели у обследуемых пациенток с МС и без него.

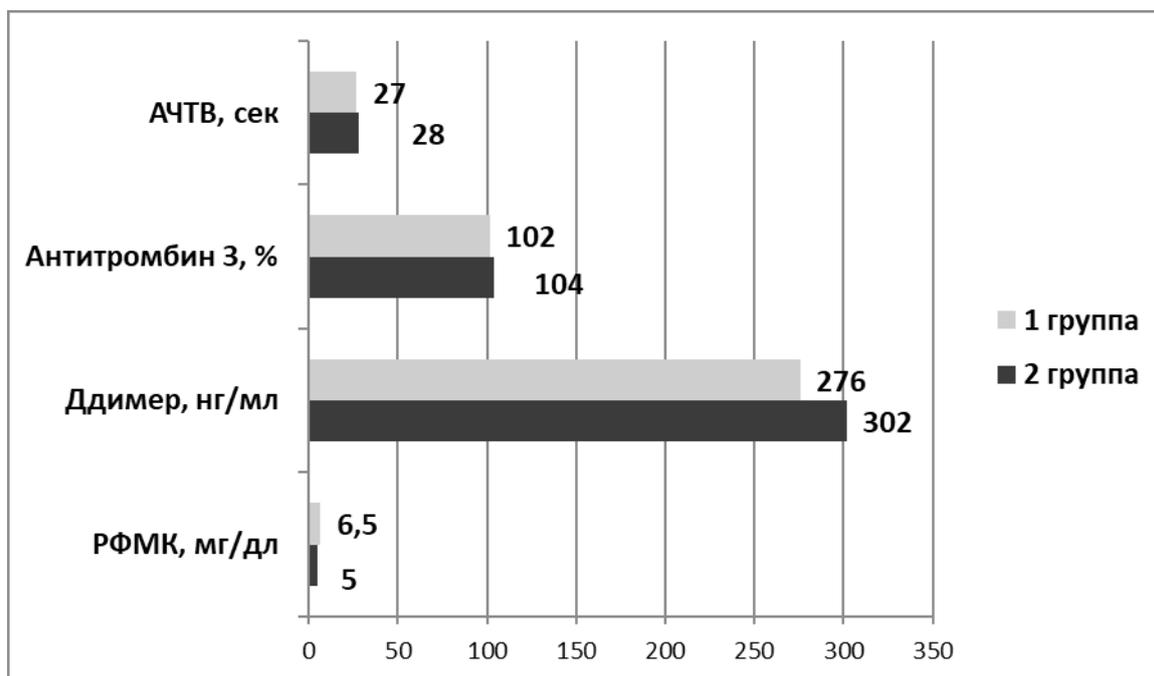


Рис. 2. Показатели гемостаза у обследуемых пациенток с МС и без него.

(ММИ от 12 до 34) была у 2х пациенток (7,7%), средняя степень — у 24 (92,3%). Во 2группе средний уровень ММИ равнялся $36,5 \pm 8,6$ и варьировал от 24 до 54. Легкая степень выраженности была у 14 пациенток (41,2%),

средняя степень у 20 женщин (58,8%). То есть, вероятность развития более выраженной степени течения климактерического исследования больше у пациенток с МС, RR=1,6 (ДИ 95% 1,2–2,1).

Таблица 4. Риски развития артериальных событий и индивидуальный сердечно-сосудистый риск по шкале SCORE у пациенток с МС и без него

Группы, n-60	Риск 0	Риск 1	Риск 2
1 группа, n-26		16 (61,5%)	10 (38,5%)
2 группа, n-34	1 (2,9%)	27 (79,4%*)	6 (17,7%)

* — $p < 0,01$ в сравнении с частотой встречаемости риска 2 и 0 в той же группе

Мы проводили ультразвуковое исследование органов малого таза с целью определения органической патологии, определяли толщину эндометрия. Оказалось, что у пациенток 1 группы с МС патология эндометрия была заподозрена у 9 пациенток (34,6%). Всем было проведено гистологическое исследование эндометрия, у 4 пациенток (15,4%) оказался железистый полип эндометрия, у 2 (7,7%) — простая железистая гиперплазия эндометрия, у 2 (7,7%) — сложная гиперплазия эндометрия, у 1 пациентки (3,8%) — при описании материала были выявлены фокусы атипичной гиперплазии. У пациенток 2 группы морфологическое исследование проводили у 3 пациенток (8,8%). Простая железистая гиперплазия эндометрия была обнаружена у 2 пациенток (5,9%), у 1 — патологии выявлено не было. То есть, частота развития патологии эндометрия у пациенток с МС значительно выше по сравнению с пациентками без МС, $RR=5,9$ (ДИ 95% 1,4–24,9).

В ходе нашей работы мы проводили клинические исследования крови, направленные на изучение особенностей липидного обмена у пациенток постменопаузального периода. Так, мы определяли уровни общего холестерина, триглицеридов, определяли индекс атерогенности (ИА) (рисунок 1).

При анализе полученных данных обращает на себя внимание повышенный уровень общего холестерина, триглицеридов и ИА у пациенток с МС по сравнению с пациентками без МС.

При сравнении пациенток с МС и без него оказывается, что повышение уровня триглицеридов наблюдается значительно чаще при метаболических нарушениях ($RR=2,2$ (ДИ 95% 1,8–2,9)). Также уровень общего холестерина выше 7 ммоль/л встречается намного чаще у пациенток с МС, $RR=8,7$ (ДИ 95%, 3,2–23,6).

Также мы проводили анализ особенностей системы гемостаза и определяли уровни АЧТВ, Антитромбина3, Ддимера и РФМК. Были получены следующие результаты (рисунок 2).

Показатели АЧТВ и Антитромбина 3 в группах были сопоставимы и значимо не отличались друг от друга у женщин с МС и без него. Интересно отметить, что

средние показатели Ддимера у пациенток с МС в нашем исследовании оказались ниже, чем у пациенток без МС. Показатели РФМК, наоборот, были выше у пациенток с МС по сравнению с женщинами без метаболических нарушений. Однако достоверных отличий в системе гемостаза у пациенток через 2–5 лет после менопаузы выявлено не было. При высчитывании относительного риска вероятности встречаемости РФМК выше 5 мг/дл у пациенток с МС оказался равен 2,0 (ДИ 95% 1,4–2,9).

В процессе исследования мы рассчитывали риски развития артериальных событий и индивидуальный сердечно-сосудистый риск у пациенток с МС и без него. С этой целью мы использовали шкалу SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation), где учитывается возраст, АД, уровень холестерина [18, 19].

В зависимости от полученного значения риска (в процентах) пациента можно отнести в одну из следующих категорий:

- ◆ менее 1% — низкий риск,
- ◆ от >1 до 5% — средний или умеренно повышенный риск,
- ◆ от >5% до 10% — высокий риск,
- ◆ >10% — очень высокий риск.

Для удобства проведения расчетов мы условно обозначили низкий риск, как 1. Средний или умеренно повышенный риск — 2, высокий риск — 3, и очень высокий риск — 4.

Надо отметить, что в нашей работе ни у одной пациентки не было обнаружено высокого (3) или очень высокого риска (4). Полученные результаты представлены в таблице 4.

Подсчет вероятности развития среднего или умеренно повышенного риска по шкале SCORE у пациенток с МС показал, что $RR=2,2$ (ДИ 95% 0,9–5,2).

Заключение

Таким образом, метаболический синдром у женщин в постменопаузальном периоде характеризуется быстрым течением за счет изменений в жировом, липидном обменах, за счет характерных изменений в системе

гемостаза, сердечно-сосудистой системе, которые значительно прогрессируют на фоне дефицита эстрогенов. У женщин с МС чаще наблюдаются пролиферативные изменения матки, RR=2,4 (ДИ 95% 1,6–3,8); гиперпластические процессы эндометрия, RR=5,9 (ДИ 95% 1,4–24,9); артериальная гипертензия RR=3,5 (ДИ 95% 2,4–5,1), заболеваний эндокринной системы RR=5,2 (ДИ 95% 1,6–16,6), варикозная болезнь вен нижних конечностей RR=3,9 (ДИ 95% 1,6–9,4), заболевания молочных желез RR=1,9 (ДИ 95% 0,8–4,8). Вероятность развития климактерического синдрома средней степени тяжести выше у пациенток с МС, RR=1,6 (ДИ 95% 1,2–2,1). У женщин с МС в постменопаузальном периоде средний или умеренно повышенный риск развития сердечно-сосудистых осложнений по шкале SCORE выше, чем у пациенток без МС, RR=2,2 (ДИ 95% 0,9–5,2).

Метаболический синдром значительно ухудшает течение постменопаузального периода, способствует большей вероятности развития гинекологической и экстрагенитальной патологии, снижая качество жизни и трудоспособность женщины. Этот факт на сегодняшний день, в связи с увеличением пенсионного возраста во многих странах имеет большое значение для каждой женщины в менопаузальном периоде, которая целыми днями находится на той или иной работе, не зависимо от занимаемой должности и обязана выполнять свои рабочие функции согласно трудовому договору. Таким образом, проблема метаболического синдрома в постменопаузальном периоде в скором времени перейдет из области медицины в социальнозначимую проблему современного общества и оптимизация ведения таких пациенток является очень важной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по ведению больных с метаболическим синдромом. Клинические рекомендации. — Москва. — 2013. — 44с.
2. Сеидова Г.Б. Менопаузальный метаболический синдром как основа ИБС у женщин. — Эфферентная терапия. — 2007. — Том 13. — № 1. — С. 49–52.
3. Chedraui P, Perez-Lopez F.R. Metabolic syndrome during female midlife: what are the risks?—Climacteric. — 2019. — 1–6.
4. Kapoor E., Collazo-Clavell M.L., Faubion S.S. Weight gain in women at midlife: a concise review of the pathophysiology and strategies for management.— MayoClin. Proc. — 2017. — 92(10): 1552–8.
5. Kuriya B., Schieir O., Valois M.F., Pope J.E. et al. Prevalence and Characteristics of Metabolic Syndrome Differ in Men and Women with Early Rheumatoid Arthritis. — ACR OpenRheumatol. — 2019 Aug 28. — 1(9):535–541.
6. Misitzis A., Cunha P.R., Kroupouzou G. Skin disease related to metabolic syndrome in women. — Int J WomensDermatol. — 2019 Jul 4. — 5(4):205–212.
7. Stefanska A., Bergmann K., Sypniewska G. Metabolic Syndrome and Menopause: Pathophysiology, Clinical and Diagnostic Significance.—AdvClinChem.— 2015. — 72:1–75.
8. Marchi R., DellAgnolo C.M., Lopes T.C.R., Gravena A.A.F. et al. Prevalence of metabolic syndrome in pre- and postmenopausal women. — ArchEndocrinolMetab.— 2017 Mar-Apr. — 61(2): 160–166.
9. Rahman A., Jackson H., Hristov H., Isaacson R.S. et al. Sex and Gender Driven Modifiers of Alzheimer's: The Role for Estrogenic Control Across Age, Race, Medical, and Lifestyle Risks.—FrontAgingNeurosci. — 2019 Nov 15. — 11:315.
10. Сметник В.П. Медицина климактерия. — Москва. — Литера. — 2006. — С. 848.
11. Sandoo A., van Zanten J.J., Metsios G.S., Carrol D., Kitas G.D. The endothelium and its role in regulating vascular tone.—OpenCardiovascMed J. — 2010. — 4: 302–313.
12. Gurka M.J., Vishnu A., Santen R.J., DeBoer M.D. Progression of Metabolic Syndrome Severity During the Menopausal Transition. — J AmHeartAssoc. — 2016 Aug 3. — 5(8): e003609.
13. Чазова И.Е., Мычка В.Б. Метаболический синдром. Москва. — Медиа Медика. — 2008. — С. 320.
14. Юренева С.В. Ведение женщин с менопаузальными расстройствами. Оптимизация рисков МГТ. — М.: Умный доктор. — 2017. — 72с.
15. Potter B., Schrage S., Dalby J., Torell E., Hampton A. Menopause. PrimaryCare: ClinicsinOfficePractice. — 2018. — 45(4):625–641.
16. Доброхотова Ю.Э., Ильина И.Ю. Синдром постгистерэктомии. Диагностика и лечение. — ГЭОТАР-Медиа. — 2017. — 208с.
17. Xu H., Li P., Barrow T.M. et al. Obesity as an effect modifier of the association between menstrual abnormalities and hypertension in young adult women: Results from Project ELEFANT.—PLoS ONE. — 2018. — 13 (11): e0207929.
18. Lim S., Kim Y.H., Lee K.B., Lee J.M. The influence of hormone therapy with drospirenone-estradiol on endometrioid type endometrial cancer patients.—J GynecolOncol. — 2018 Sep. — 29(5): e72.
19. Mortensen M.B., Afzal S., Nordestgaard B.G., Falk E. The high-density lipoprotein-adjusted SCORE model worsens SCORE-based risk classification in a contemporary population of 30,824 Europeans: the Copenhagen General Population Study.—EurHeart J. — 2015. — 36: 2446–2453.
20. Кузнецова И.В. Эндотелиальная дисфункция в контексте нарушений здоровья женщин от менархе до менопаузы. — Медицинский алфавит.— 2019. — Том 4. — № 33(408).—С. 6–14.

© Уруджева Наида Ганифаевна (sm.naida9991@mail.ru), Эседова Асият Эседовна,

Идрисова Муминат Абдусаламовна, Магомедова Тейли Султановна, Аллахкулиева Саида Зибиулаевна (Allahkulievasaida@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЛИЯНИЕ УРОВНЕЙ СОДЕРЖАНИЯ КОНЕЧНЫХ ПРОДУКТОВ ГЛИКИРОВАНИЯ НА ИСХОДЫ БЕРЕМЕННОСТИ, ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ПОСЛЕРОДОВОГО ПЕРИОДА, СОСТОЯНИЕ НОВОРОЖДЕННЫХ У ЖЕНЩИН С ГСД

THE EFFECT OF THE LEVELS OF GLYCATION END PRODUCTS ON PREGNANCY OUTCOMES, FEATURES OF THE COURSE OF THE POSTPARTUM PERIOD, THE CONDITION OF NEWBORNS IN WOMEN WITH GSD

**L. Tselkovich
R. Balter
T. Ivanova
A. Ibragimova
A. Ryabov**

Summary. A comparative analysis of the outcomes of pregnancy and childbirth in women with gestational diabetes mellitus (GSD), depending on the content of glycation end-product receptors (sRAGE), was carried out. The data of 214 maternity hospitals with alimentary and moderate obesity were analyzed. It has been established that the frequency of operative delivery is quite high in women with GSD. The proportion of children with hypoxia, disorders of carbohydrate and electrolyte metabolism is also high. Laboratory data confirmed the conclusion that, regardless of the level of glycemia, insulin resistance and the therapy received, sRAGE levels in patients with GSD are higher than in healthy women. It was determined that the high content of sRAGE in patients with alimentary obesity is a fairly stable indicator indicating the development of gestational and perinatal complications, therefore, the algorithm for their prevention should be based on sRAGE indicators.

Keywords: receptors of glycation end products, preeclampsia, gestational diabetes mellitus, placental insufficiency, newborns, fetal macrosomia.

Целкович Людмила Савельевна

Д.м.н., профессор, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара

Балтер Регина Борисовна

*К.м.н., профессор, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара
samaraobsgyn2@yandex.ru*

Иванова Татьяна Владимировна

*К.м.н., доцент, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара
t.v.ivanova@samsmu.ru*

Ибрагимова Алина Ришатовна

*К.м.н., доцент, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара
a.r.ibragimova@samsmu.ru*

Рябов Алексей Юрьевич

Соискатель, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара

Аннотация. Проведен сравнительный анализ исходов беременности и родов у женщин с гестационным сахарным диабетом (ГСД) в зависимости от содержания рецепторов конечных продуктов гликирования (sRAGE). Проанализированы данные 214 родильниц с алиментарным и умеренным ожирением. Установлено, что у женщин с ГСД частота оперативных родоразрешений достаточно высока. Также высок удельный вес детей с гипоксией, нарушениями углеводного и электролитного обмена. Лабораторные данные подтвердили вывод о том, что, независимо от уровня гликемии, инсулинорезистентности и получаемой терапии, уровни sRAGE у пациенток с ГСД выше, чем у здоровых женщин. Определено, что высокое содержание sRAGE у пациенток с алиментарным ожирением — достаточно устойчивый показатель, указывающий на развитие гестационных и перинатальных осложнений, поэтому алгоритм их профилактики должен быть основан на показателях sRAGE.

Ключевые слова: рецепторы конечных продуктов гликирования, преэклампсия, гестационный сахарный диабет, плацентарная недостаточность, новорожденные, макросомия плода.

В литературе описаны случаи наиболее частых осложнений у пациенток с ГСД: угроза прерывания беременности, сформировавшаяся недостаточность плацентарного комплекса, гестозы [1, 2, 3, 6]. Большинство исследователей указывает на сочетанный характер акушерских осложнений у таких пациенток [4, 5]. Рассматривая ассоциированную с ГСД акушерскую патологию, отметим, что основной удельный вес в ранние сроки гестации приходится на невынашивание беременности [7, 8]. По данным литературы частота угрозы прерывания беременности при ГСД достигает 30% [9]. В более поздние сроки имеет место развитие недостаточности фетоплацентарного комплекса и высокая частота преэклампсии [10, 11]. Со стороны плода наиболее грозным осложнением считается диабетическая фетопатия и макросомия плода [12, 13]. Их развитие обусловлено ассоциированным с ГСД эндотелиозом, поражением сосудов хориона с ранних сроков беременности [14, 15].

При развитии ГСД по мере увеличения сроков беременности возрастает количество гликированных белков. Это приводит к повышению уровня фруктозамина и развитию макросомии плода [16, 17]. На ранних этапах формирования ГСД активируются эндотелиальные клетки, которые взаимодействуют с полиморфно-ядерными лейкоцитами. В условиях окислительного стресса развивается свободно-радикальное повреждение мембранных фосфолипидов [15, 18]. У пациенток с ГСД повышенное гликирование белков сопровождается накоплением продуктов конечного гликирования — Advanced Glycation End Product (AGE) [19]. Под воздействием AGE меняются свойства коллагена, утолщается базальная мембрана в клубочковом аппарате (мезангиальном матриксе) почек (повышается клубочковая проницаемость) и развивается артериосклероз в артериолах мышечного типа [1, 20, 21]. В свою очередь, дисфункция эндотелия сопровождается снижением адгезии эндотелиальных клеток и образованием оксида азота. Нарушения внеклеточного матрикса приводят к изменению структуры сосудов, что выражается в снижении эластичности сосудистой стенки [22]. Кроме указанных воздействий, AGE принимают непосредственное участие в экспрессии генов, ответственных за синтез белка [23]. Таким образом, гестационные осложнения у женщин с ГСД вполне объяснимы. Вместе с тем для конкретизации роли sRAGE в патогенезе нарушений здоровья родильниц и новорожденных необходимо проведение дополнительных сравнительных исследований.

Проанализированы данные 214 родильниц с алиментарным и умеренным ожирением, у 93 из них в период гестации был выставлен диагноз ГСД, у 121 женщины нарушений углеводного обмена не было. Средний возраст женщин основной группы был в пределах 32,4 (3,2) года, группы сравнения — 31,5 (3,8) лет.

Критерии включения в группы:

- ◆ беременность, наступившая самопроизвольно;
- ◆ репродуктивный возраст;
- ◆ ИМТ до беременности 25–34,9;
- ◆ ранняя явка и учет по беременности в сроки до 12 недель;
- ◆ отсутствие в анамнезе указаний на глюкозотолерантность или инсулинорезистентность.

Критерии исключения из групп:

- ◆ беременность в результате использования ВРТ;
- ◆ ранний или поздний репродуктивный возраст;
- ◆ наличие в анамнезе эпизодов глюкозотолерантности или инсулинорезистентности;
- ◆ отсутствие СД 1 типа;
- ◆ ГСД в предыдущую беременность;
- ◆ ИМТ ниже 25 или выше 34,9 (ожирение II и более степени) до беременности;
- ◆ хронические сопутствующие экстрагенитальные заболевания, диагностированные до наступления беременности, требующие медикаментозной коррекции в период гестации (артериальная гипертензия, патология почек и сердечно-сосудистой системы, заболевания печени и желчевыносящих протоков);
- ◆ начало диспансерного наблюдения по беременности позже 12 недель;
- ◆ наличие хронических интоксикаций (курение, алкоголь).

Все женщины наблюдались в период беременности согласно приказу № 1130н. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология» МЗ РФ. Роды проводились в соответствии с актуальными клиническими рекомендациями с учетом имеющихся или развившихся осложнений. Оценку физического состояния 214 новорожденных и соответствия гестационному сроку проводили с использованием дифференцированных по полу ребенка диаграмм INTERGROWTH-21st (Международный консорциум по росту плода и новорожденного) (<http://www.intergrowth21.org.uk>).

Определение содержания рецепторов конечных продуктов гликозилирования (sRAGE) (в пг/мл) осуществлялось количественным методом иммуноферментного анализа (Автоматический иммуноанализатор ChemWell® FUSION, США). Для проведения анализа использовались кит-наборы Human RAGE Quantikine ELISA Kit (R&D Systems, США).

Для определения степени нарушений углеводного обмена применялись **методы**:

- ◆ иммунохемилюминисцентный анализ (Cobas 6000, Roche Diagnostics, Швейцария) — количе-

Таблица 1. Показания к оперативным родам в сравниваемых группах

Показатель	Основная группа (n = 93)	Группа сравнения (n = 121)	p
	M(SD)		
Несостоятельность рубца на матке от предыдущего кесарева сечения в сочетании с прогрессирующей хронической внутриутробной гипоксией плода	17 18,3 (4,0)	17 14,0 (3,2)	0,40
Преэклампсия среднетяжелой и тяжелой степени с прогрессирующей гипоксией плода	6 6,5 (2,6)	3 2,5 (1,4)	0,17
Крупный плод в сочетании с тазовым предлежанием	1 1,1 (1,1)	-	-
Острая гипоксия плода, клинически узкий таз	4 4,3 (2,1)	1 0,8 (0,8)	0,12
Упорная слабость родовой деятельности, не поддающаяся коррекции	1 1,1 (1,1)	-	-

Примечание. p — показатель статистической значимости различий в сравниваемых группах

ственное определение С-пептида (нг/мл), инсулина (мкЕд/мл);

- ◆ ионообменная высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) (Cobas 6000, Roche Diagnostics, Швейцария) — определение гликированного гемоглобина (А1с) (%);
- ◆ ферментативный УФ метод (гексокиназный) (Cobas 6000, Roche Diagnostics, Швейцария) — глюкоза в плазме крови (ммоль/л), глюкоза в моче (ммоль/л).

Обработка полученного материала проводилась при помощи стандартного пакета статистических программ SPSS Statistica 10,0 для Windows (разработчик — компания StatSoft, США). Оценка степени значимости различий осуществлялась при помощи t-критерия Стьюдента для независимых выборок. Для расчета корреляций по Пирсону использовалась шкала Чеддера с расчетом парной линейной регрессии, коэффициентом детерминации и средней ошибкой аппроксимации. Величина уровня значимости *p* определялась как критическая при значениях менее 0,05.

Проведенные исследования течения родового процесса у женщин с ГСД и без него свидетельствовали о том, что способы и сроки родоразрешения в группах имели статистически значимые различия. В срок через естественные родовые пути были родоразрешены только 54–58,1 (5,1)% женщин основной группы. В группе сравнения таких родильниц было 99–88,8 (3,5)%, ($p < 0,001$). Плановое кесарево сечение было проведено 24–25,8 (4,6)% беременным основной группы и 19–15,7 (3,3)% группы сравнения ($p = 0,07$). Экстренным кесаревым сечением беременность закончилась у 5–5,4 (2,4)% женщин основной группы и у 2–1,6 (1,16)% группы сравнения ($p = 0,15$). У остальных 10–10,8 (3,2)% пациенток основной группы и у одной 0,8 (0,8)% женщины группы

сравнения роды индуцировали на сроке 38 и более недель, ($p = 0,002$).

Показания к плановому родоразрешению были в основном сочетанными как со стороны матери, так и со стороны плода:

- ◆ несостоятельность рубца на матке от предыдущего кесарева сечения в сочетании с прогрессирующей хронической внутриутробной гипоксией плода;
- ◆ сочетание преэклампсии среднетяжелой и тяжелой степени с прогрессирующей гипоксией плода;
- ◆ крупный плод в сочетании с тазовым предлежанием.

Основные **показания к экстренному кесареву сечению во время родов**:

- ◆ острая гипоксия плода;
- ◆ клинически узкий таз;
- ◆ упорная слабость родовой деятельности, не поддающаяся коррекции.

Показанием к индуцированным родам у беременных основной группы была преэклампсия в сочетании с многоводием и макросомией плода. В группе сравнения показанием было маловодие в сочетании с хронической внутриутробной гипоксией плода. Индуцированные роды проводились исключительно у женщин со «зрелыми» родовыми путями. Все женщины были повторнородящими (таблица 1).

Роды через естественные пути также имели ряд особенностей. В обеих группах наиболее часто регистрировалась угроза разрыва промежности, что служило показанием для проведения перинео- или эпизиографии — в основной группе таких женщин было

88,8 (4,3)% от общего числа, рожающих через естественные родовые пути, в группе сравнения — 46,5 (5)%, ($p < 0,001$). Раннее излитие околоплодных вод регистрировалось у 18,5 (5,3)% женщин основной группы и у 12,1 (3,2)% пациенток группы сравнения ($p = 0,30$). Слабость родовых сил, требующая медикаментозной коррекции, была у 22,2 (5,7)% женщин с ГСД и только у 5,1 (2,2)% женщин группы сравнения ($p = 0,005$). Без осложнений роды были у 37,4 (4,9)% женщин группы сравнения и статистически значимо реже — у 5 (3,1)% пациенток с ГСД, $p < 0,001$.

Наиболее частые осложнения послеродового периода:

- ◆ патологическая кровопотеря у 7–7,5 (2,7)% пациенток основной группы, в группе сравнения таких женщин не было;
- ◆ расхождение швов на промежности у 4–4,3 (2,1)% пациенток основной группы и у 1–0,8 (0,8)% группы сравнения ($p = 0,12$);
- ◆ послеродовый эндометрит у 2–2,1 (1,5)% женщин с ГСД, в группе сравнения такие пациентки отсутствовали;
- ◆ лактостаз на третьи сутки послеродового периода у 27–29,0 (4,7)% женщин основной группы и у 10–8,2 (2,5)% группы сравнения ($p < 0,001$).

Особое внимание обращали на себя новорожденные дети. УЗИ-скрининг в период беременности показал наличие макросомии плодов у 69 женщин основной группы, в группе сравнения — у 9 беременных. Проанализирован вес родившихся детей. Среди них недоношенных не было, самый ранний гестационный срок — 37 недель. Новорожденных девочек в основной группе было 44–47,3 (5,2)%, в группе сравнения — 57–47,1 (4,6)%; мальчиков 49–52,6 (5,2) и 64–52,9 (4,6)%, соответственно. В основной группе 74,1 (4,6)% детей весили более 4001,0 г, в группе сравнения — 7,4 (2,4)%; детей с массой 3501–4000 г было 23,6 (4,4) и 53,7 (4,6)%, соответственно ($p < 0,001$). Дети массой 2800–3200 г регистрировались только в группе сравнения — 7,4 (2,4)%. Вместе с тем у 24–25,8 (4,6)% детей основной группы, рожденных на сроке 37–38 недель, отмечались признаки физиологической незрелости (адинамия, гипотония, отечный синдром, неонатальная желтуха). Оценку физического состояния ребенка и соответствия гестационному сроку проводили с использованием дифференцированных по полу ребенка диаграмм INTERGROWTH-21st (Международный консорциум по росту плода и новорожденного / <http://www.intergrowth21.org.uk>). Антропометрические показатели (масса, длина, окружность головы) считали соответствующими гестационному возрасту, если они находились в интервале между 10 и 90 перцентилем. Все дети соответствовали гестационному возрасту.

В основной группе дети были в диапазоне Р 75–97, в группе сравнения — Р 25–90.

При рассмотрении распространенных осложнений неонатального периода новорожденных сравниваемых групп отмечено, что большинство нарушений приходилось на основную группу: кардиомиопатия (25–26,8 (4,6)%) и гипогликемия (79,6 (4,2)%). В основной группе новорожденных с гипербилирубинемией было 50–53,7 (5,2)%, в группе сравнения — 6–4,9 (2)%, ($p < 0,001$). Респираторный дистресс выявлен у 25–26,8 (4,6)% новорожденных основной группы, у 2–1,6 (1,2)% в группе сравнения ($p < 0,001$). Нарушение электролитного обмена диагностировано у 4–50,5 (5,2)% детей в основной группе, у двоих (1,6 (1,2)%) — в группе сравнения, соответственно ($p < 0,001$). В группу асфиксий внесены дети с показателями по шкале Апгар менее 6 баллов при рождении.

Для увеличения возможности прогноза гестационных осложнений у женщин с ГСД проанализирована **гистологическая структура плацент** женщин сравниваемых групп. Показатели сопоставлены с содержанием рецепторов продуктов конечного гликирования sRAGE, ранжированы на три группы:

- ◆ умеренные (109 женщин группы сравнения с индивидуальными показателями 605,6–810,7 пг/мл);
- ◆ средние (16 женщин основной группы и 12 — группы сравнения, у которых показатели sRAGE варьировали в диапазоне 812,3–1010,3 пг/мл);
- ◆ высокие (77 человек основной группы с содержанием конечных продуктов гликирования в пределах 1011–1240,1 пг/мл).

Отмечено, что наибольшее число сосудистых нарушений фиксировалось у женщин с высоким содержанием рецепторов к конечным продуктам гликирования. У пациенток с низкими значениями sRAGE число нарушений структуры плаценты не превышало 5,5 (2,2)% случаев. Наибольший интерес в диагностическом и прогностическом плане представляла группа с умеренными значениями sRAGE, в которой у большинства пациенток — 78,5 (7,9)% — имелись признаки субкомпенсированной плацентарной недостаточности, не зависящие от наличия или отсутствия гипергликемических состояний. Полученные результаты условны, поскольку все женщины с ГСД в этой подгруппе получали терапию, поддерживающую нормальные уровни сахара с одной стороны, с другой — проводилось лечение акушерских осложнений. В условиях эксперимента на животных показатели могли быть иными.

Результаты исследования состояния здоровья женщин через 6 месяцев послеродового периода свиде-

тельствовали о том, что в основной группе у 23–24,7 (4,5)% пациенток сохранялась артериальная гипертензия, впервые появившаяся в период гестации. Индекс массы тела восстановился у 59–63,4 (5)% пациенток; 34–36,6 (5)% женщин отметили прибавку массы тела, по сравнению с догестационным периодом, в среднем — на 6,5 (0,5) кг. Достаточно высоким оставался удельный вес женщин с железодефицитной анемией (легкая степень — 21–22,5 (4,4)%, средняя — 8–8,6 (2,9)%). Были проанализированы состояния углеводного обмена женщин с ГСД через 6 недель (согласно актуальным Клиническим рекомендациям от 2020 г.) и через 6 месяцев послеродового периода, соответственно. Установлено, что лактационная аменорея и, соответственно, регулярная лактация была у 37–39,8 (5,1)% пациенток. Остальные 56–60,2 (5,1)% закончили кормление в течение 3–4 мес., через 6 мес. у них восстановился регулярный менструальный цикл. Установлено, что, независимо от наличия лактации, практически у всех женщин показатели вернулись в физиологическую норму. Средний уровень инсулина составил 12,1 (0,3) мкМД/мл, С-пептида — 4,8 (0,1) нг/мл и IR-НОМА — 2,4 (0,2). После окончания лактационного периода пациентки, которые для контроля глюкозы использовали инсулин, переведены на метформин. Содержание sRAGE продолжало оставаться достаточно высоким — 1100,7 (34,2) пг/мл, что статистически значимо выше аналогичных

показателей группы сравнения — 980,3 (18,4) пг/мл ($p = 0,002$).

Сделан вывод, что у пациенток с ГСД статистически значимо выше, по сравнению с женщинами без ГСД, частота оперативного родоразрешения. Она обусловлена осложнениями беременности, которые связаны с нарушениями функции плаценты, в том числе с преэклампсией и с особенностями влияния гипергликемии на развивающийся плод (макросомия). Определен высокий удельный вес детей с гипоксией, с нарушениями углеводного и электролитного обмена. Согласно лабораторным показателям, независимо от уровня гликемии, инсулинорезистентности и получаемой терапии, уровни рецепторов к конечным продуктам гликирования у пациенток с ГСД выше, чем у женщин без ГСД, что сохраняется даже в послеродовом периоде после нормализации показателей углеводного обмена. Кроме того, в послеродовом периоде у части женщин сохранилась артериальная гипертензия, анемия легкой и средней степеней тяжести. Установлено, что высокий уровень содержания sRAGE у пациенток с алиментарным ожирением — достаточно устойчивый показатель, указывающий на развитие гестационных и перинатальных осложнений. Поэтому алгоритм их профилактики у женщин с ГСД должен основываться на показателях sRAGE.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние фетоплацентарной системы при гестационном сахарном диабете / Е.В. Андреева, Ю.Э. Доброхотова, М.В. Юшина, Л.А. Хейдар, Е.А. Бояр, Н.А. Лукина, Э.Ш. Шихмирзаева // Съезд акушеров-гинекологов России, 4-й. М., 2008. С. 11–20.
2. Аржанова О.Н., Кветной И.М., Полякова В.О. Акушерские и патоморфологические особенности течения беременности у женщин с гестационным сахарным диабетом // Журнал акушерства и женских болезней. 2011. Т. 60. № 3. С. 44–48.
3. Преждевременные роды у женщин с сахарным диабетом / Р.В. Капустин, Е.Н. Алексеенкова, О.Н. Аржанова, А.В. Петяева, М.Г. Атаева, С.Р. Юсенко // Журнал акушерства и женских болезней. 2020. Т. 69 (1). С. 17–26.
4. Ахметова Е.С. Патфизиологические и генетические изменения в организме беременной при гестационном сахарном диабете // Журнал акушерства и женских болезней. 2017. Т. 66. № 5. С. 27–36.
5. Бондарь И.А., Малышева А.С. Изменения гемостаза у беременных с нарушениями углеводного обмена // Сахарный диабет. 2013. № 2. С. 77–81.
6. Hod M., Jovanovic L.D., Di Renzo G.C. Textbook of diabetes and pregnancy // 3rd ed. London: CRC Press — 2016.
7. Матейкович Е.А. Неблагоприятные исходы беременности и гестационный сахарный диабет: от исследования НАРО к современным данным // Акушерство и гинекология. 2021. № 2. С. 13–20.
8. Клинико-иммунологические факторы риска очень ранних преждевременных родов / А.В. Смирнова, Н.Ю. Борзова, Н.Ю. Сотникова, А.И. Малышкина // Проблемы репродукции. 2020. Т. 26 (2). С. 113–119.
9. Obesity, gestational diabetes and macrosomia are associated with increasing rates of early-term induction of labour at The Canberra Hospital / J.T. Mc Guane, L. Grlj, M.J. Peek, N.Z. Aust // J. Obstet. Gynaecol. 2019. Т. 59 (2). P. 215–220.
10. Навменова Я.Л. Сахарный диабет и беременность. Гестационный сахарный диабет. Гомель: ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», 2016. 28 с.
11. World Health Organization. Trends in maternal mortality 2000 to 2017: estimates by WHO, UNICEF, UNFPA, World Bank Group and the United Nations Population Division: executive summary. WHO; 2019.
12. Петрухин В.А., Бурмукулова Ф.Ф. Гестационный сахарный диабет // Архив акушерства и гинекологии им. В.Ф. Снегирева. 2014. № 1. С. 48–51.
13. Особенности течения беременности у женщин с гестационным сахарным диабетом / З.С. Ходжаева, Н.В. Снеткова, К.Т. Муминова, К.А. Горина, М.Е. Абрамова, Р.М. Есян // Акушерство и гинекология. 2020. № 7. С. 47–52.
14. Общность клинических проявлений преэклампсии и метаболического синдрома: поиск обоснования / И.С. Липатов, Ю.В. Тезиков, А.Р. Азаматов, Р.Г. Шамаков // Акушерство и гинекология. 2021. № 3. С. 81–89.

15. Радзинский В.Е., Боташева Т.Л., Котайш Г.А. Ожирение. Диабет. Беременность. Версии и контраверсии. Клинические практики // Перспективы. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 528 с.
16. Матейкович Е.А. Неблагоприятные исходы беременности и гестационный сахарный диабет: от исследования HAPO к современным данным // Акушерство и гинекология. 2021. № 2. С. 13–20.
17. Circulating microRNAs as biomarkers of gestational diabetes mellitus: Updates and perspectives / E. Guarino, C. Delli Poggi, G.E. Grieco, V. Cenci, E. Ceccarelli, I. Crisci // *Int. J. Endocrinol.* 2018. P. 638–639.
18. Характеристика преэклампсии у беременных с гестационным диабетом / О.А. Беттихер, И.Е. Зазерская, П.В. Попова, Е.Ю. Васильева, В.А. Барт // *Журнал акушерства и женских болезней.* 2019. Т. 68 (5). С. 19–36.
19. Холодова Е.А. Уровень гликированных белков у женщин с гестационным сахарным диабетом // *ARS MEDICA.* 2012. Т. 70. № 15. С. 106–109.
20. Абашова Е.И., Ярмолинская А.И., Булгакова О.Л. Роль конечных продуктов гликирования в репродукции // *Проблемы репродукции.* 2019. Т. 25 (4). С. 13–20.
21. Dereke J. Pregnancy-associated plasma protein-A2 levels are increased in early-pregnancy gestational diabetes: a novel biomarker for early risk estimation / J. Dereke, C. Nilsson, H. Strevens, M. Landin-Olsson, M. Hillman // *Diabet. Med.* 2020. Т. 37 (1). P. 131–137.
22. Association between retinol-binding protein 4 concentrations and gestational diabetes mellitus (A1GDM and A2GDM) in different pregnancy and postpartum periods / X. Du, Y. Dong, L. Xiao, G. Hui Liu, W. Qin, H. Yu // *Ann Transl Med.* 2019. Т. 7 (18). P. 479.
23. Endothelial dysfunction in pregnancy metabolic disorders / C. Echeverria, F. Eltit, J.F. Santibanez, S. Gatica, C. Cabello-Verrugio, F. Simon // *Biochim. Biophys. Acta Mol. Basis Dis.* 2020. Т. 1866 (2). P. 165–414.

© Целкович Людмила Савельевна, Балтер Регина Борисовна (samaraobsgyn2@yandex.ru),

Иванова Татьяна Владимировна (t.v.ivanova@samsmu.ru), Ибрагимова Алина Ришатовна (a.r.ibragimova@samsmu.ru), Рябов Алексей Юрьевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Самара

КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЕ РАВНОВЕСИЕ В ПОЛОСТИ РТА ПРИ ЖЕЛЧНОКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ

ACID-BASE BALANCE IN THE ORAL CAVITY IN CHOLELITHIASIS

N. Yashnova
A. Yashnov
A. Zolotukhina
M. Katman
E. Turchina

Summary. Currently, gallstone disease occupies one of the leading places among the diseases in emergency abdominal surgery. Based on the research of domestic and foreign authors, cholelithiasis affects from 14 to 17% of the world's population. Currently, there are several theories of the pathogenesis of stone formation. The main trigger factors of cholelithiasis are: stagnation of bile; violation of cholesterol metabolism; violations of pigment metabolism, etc. Despite the fact that quite a lot of research has been devoted to the study of the etiopathogenesis of gallstone disease in recent years, a number of points remain unexplored. Analyzing the factors contributing to the development of cholelithiasis, attention is drawn to the fact that the acid-base imbalance in the oral cavity in patients with cholelithiasis has not been evaluated. The purpose of our study was to determine the pH of saliva in the oral cavity in patients with cholelithiasis who were being treated in the surgical department of the GUZ KKB, operated using the standard technique of laparoscopic cholecystectomy. All patients were compared by age and gender. Research methods: pH-metry of saliva using litmus paper, statistical processing of the data obtained.

Keywords: cholelithiasis, acute cholecystitis, saliva pH, oral cavity, cholecystectomy.

Яшнова Надежда Борисовна

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

Яшнов Алексей Александрович

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

alexuyashnov@mail.ru

Золотухина Анастасия Евгеньевна

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

Катман Мария Александровна

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

Турчина Елена Викторовна

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

Аннотация. В настоящее время желчнокаменная болезнь занимает одно из ведущих мест среди заболеваний в неотложной абдоминальной хирургии. Основываясь на исследованиях отечественных и зарубежных авторов холелитиазом страдают от 14 до 17% населения земного шара. В настоящее время существует несколько теорий патогенеза камнеобразования. Основными триггерными факторами холелитиаза служат: застой желчи; нарушение обмена холестерина; нарушения пигментного обмена и т.д. Несмотря на то, что за последнее время достаточно много исследований посвящено изучению этиопатогенеза желчнокаменной болезни, ряд моментов остаются неизученными. Анализируя факторы, способствующие развитию желчнокаменной болезни, обращает на себя внимание то, что кислотно-щелочной дисбаланс в полости рта у пациентов с холелитиазом не оценивался. Целью нашего исследования явилось определение pH слюны в полости рта у пациентов с желчнокаменной болезнью, которые находились на лечении в хирургическом отделении ГУЗ ККБ, оперированные с применением стандартной методики лапароскопической холецистэктомии. Все пациенты сопоставлены по возрасту и полу. Методы исследования: pH-метрия слюны с помощью лакмусовой бумаги, статистическая обработка полученных данных.

Ключевые слова: желчнокаменная болезнь, острый холецистит, pH слюны, полость рта, холецистэктомия.

Актуальность

Холелитиаз в настоящее время считается одним из часто встречающихся заболеваний органов пищеварения [1,2,3]. Неуклонный рост количества больных как с острым, так и хроническим калькулёзным холециститом привел к тому, что по данным отечественных авторов пациенты с холе-

цистолитиазом составляют $\frac{1}{4}$ от всех общехирургических больных [4,5,6]. Наряду с этим, высокая летальность у пациентов с холелитиазом обусловлена его осложнениями. Так при остром холецистите летальность в России колеблется от 2–12% [7,8]. При этом желчнокаменная болезнь остаётся одним из самых важных и до конца не изученных заболеваний ургентной абдоминальной хирургии.

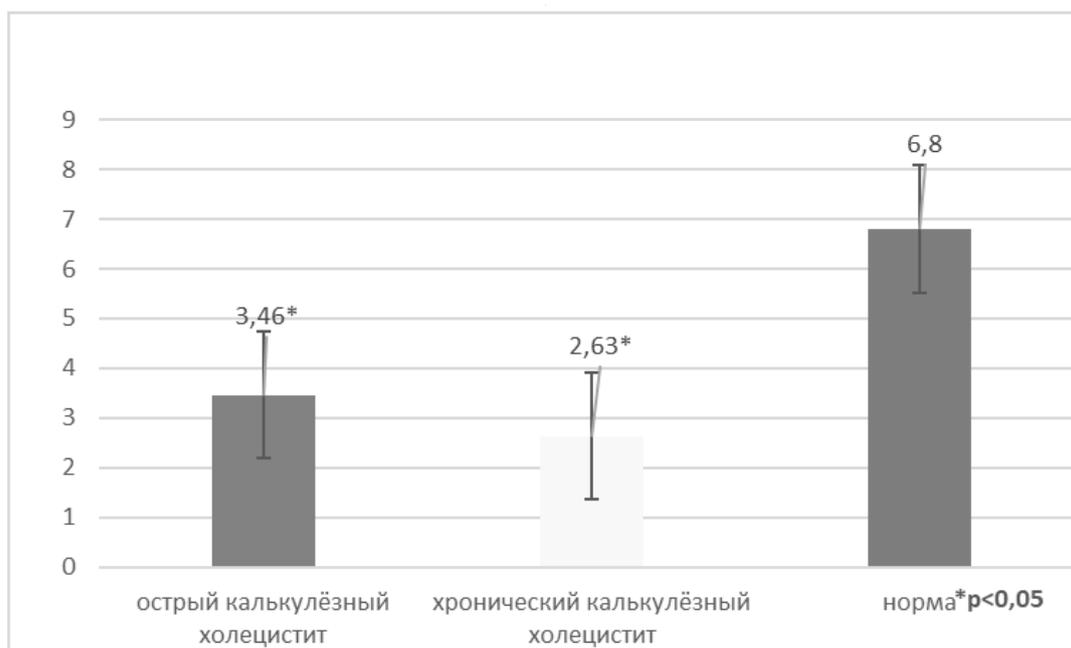


Рис. 1. Значения pH слюны у больных с различными вариантами течения калькулёзного холецистита

Вместе с тем воспалительные изменения в желчевыводящих путях, несомненно, отягощают клиническое течение желчнокаменной болезни как в до-, так и в послеоперационном периоде, а также являются причиной возникновения стриктур и деформаций внепеченочных желчных протоков в отдалённом периоде.

Известно, что в норме реакция слюны слабощелочная и показатель *pH* слюны колеблется в интервале от 6,4–7,4. При этом показатель *pH* слюны зависит от состава и буферной ёмкости слюны. В буферную систему слюны входят бикарбонатный (80%), фосфатный и белковый буферы, которые в свою очередь участвуют в регуляции кислотно-основного равновесия [9].

Бикарбонатная буферная система является основной частью стимулированной слюны. Бикарбонатную буферную систему образуют карбоангидразы, которые выполняют функцию катализа обратимой реакции формирования и расщепления угольной кислоты с образованием ионов HCO_3^- . Вместе с тем, установлено что концентрация HCO_3^- в не стимулированной слюне составляет в среднем около 1 ммоль/л, а в стимулированной достигает — 15 ммоль/л, что способствует нейтрализации кислых продуктов. Последние продуцируют микроорганизмы зубной бляшки [9].

Преимущественно основной буферной системой нестимулированной слюны является фосфатная. Фосфаты входящие в состав системы повышают минерализующий ресурс слюны [9].

Третьей буферной системой является белковая, включающая в себя сотни различных белков, буферные свойства которых проявляются в результате наличия остатков основных и кислых аминокислот. Вместе с тем, содержащиеся в слюне белки принимают активное участие в регуляции кислотно-основного равновесия [9].

Вместе с тем при развитии патологических процессов в органах желудочно-кишечного тракта возможно изменение *pH* слюны, что может служить ранним признаком начинающихся воспалительных изменений в органах пищеварительной системы.

Цель работы

Определить уровень *pH* слюны у пациентов с желчнокаменной болезнью.

Материалы

В исследование включено 70 пациентов с желчнокаменной болезнью, которые находились на лечении в хирургическом отделении ГУЗ ККБ, оперированные с применением стандартной методики — лапароскопической холецистэктомии. Выделены две группы пациентов по 35 человек, соответственно вариантам течения желчнокаменной болезни: острый холецистит, хронический калькулёзный холецистит. Группы пациентов сопоставлены по возрасту и полу.

Методы исследования

У пациентов до оперативного вмешательства проводилось измерение pH слюны с помощью лакмусовых полосок фирмы ООО ЭКРОСХИМ г. Санкт-Петербург.

Для подтверждения варианта желчнокаменной болезни проводилось морфологическое исследование. Основой гистологического метода явилось микроскопическое, морфологическое и морфометрическое исследование парафиновых срезов, окрашенных: гематоксилин-эозином, по Гимзе, толуидиновым синим, по Вартину-Старри.

Результаты

У пациентов с желчнокаменной болезнью среднее значение pH слюны составило $3,17 \pm 0,28$ Ед ($p < 0,05$). Наряду с этим показатель нормы pH слюны у здоровых лиц $6,4-7,4$ Ед. Соответственно можно предположить, что у пациентов с холелитиазом наблюдается сдвиг pH слюны в кислую сторону. Для того, чтобы установить причину столь резкого изменения кислотно-щелочно-

го баланса в полости рта у пациентов с желчнокаменной болезнью, необходимо проводить дальнейшее изучение данного факта. Вероятнее всего это может быть связано с изменением состава слюны у пациентов страдающих холелитиазом.

Вместе с тем если оценивать показатель pH у пациентов с различными вариантами клинического течения калькулёзного холецистита, то наблюдаются следующие значения: в группе пациентов с острым калькулёзным холециститом показатель pH слюны составил $3,46 \pm 0,13$ Ед ($p < 0,05$), а при хроническом $2,63 \pm 0,19$ Ед ($p < 0,05$) (Рис 1.). Коэффициент корреляции между группами $0,26$.

Вывод

У пациентов с желчнокаменной болезнью установлено, что кислотно-щелочное равновесие в полости рта смещено в кислую сторону ($3,17$ Ед). Установлено что наибольший сдвиг pH слюны в кислую сторону отмечается у пациентов, страдающих хроническим калькулёзным холециститом ($2,63$ Ед).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларионова А.Ю., Килина А.С. Сравнительный анализ результатов использования эндовидеохирургической и традиционной холецистэктомии у больных острым деструктивным холециститом в различных возрастных группах. // StudNet. 2020; Т3 (6):193–197.
2. Mori Y. [et al.]. Tokyo guidelines 2018: management strategies for gallbladder drainage in patients with acute cholecystitis (with videos). // Journal of HepatoBiliary-Pancreatic Sciences. 2018; 25 (№ 1):87–95. doi:10.1002/jhbp.526
3. Ревивили А.Ш., Оловянный В.Е., Сажин В.П. Хирургическая помощь в российской федерации. 2020.
4. Норов А.Х., Рахматуллаев Р.Р., Курбонов Д.М., Рахматуллаев А.Р., Хасанов С.В. Особенности лапароскопической холецистэктомии у больных пожилого и старческого возраста, страдающих острым холециститом // В кн.: Международная научно-практическая конференция «Эндовидеохирургия в условиях многопрофильного стационара». 2014:80–84
5. Yokoe M., Hata J., Takada T., Strasberg S., Asbun H., Wakabayashi G., Kozaka K., Yamamoto M. Tokyo guidelines 2018 diagnostic criteria and severity grading of acute cholecystitis // J. Hepatobiliary Pancreat. Sci. 2018; 25 (1): 41–54.
6. Буриев И.М., Мелконян Г.Г., Малюга Н.С., Пчелин В.В., Шомахов М.Г. Ультразвуковая и клиничко-лабораторная диагностика истинных морфологических форм острого холецистита: необходимость смены классификации. // Аналы хирургической гепатологии. 2020; 25(3): 55–62.
7. Давлатов С.С. Эффективность миниинвазивных методов хирургического лечения больных с острым деструктивным холециститом // Academy. 2017; 7:92–94.
8. Ярославцев М.И., Пахомов М.А., Морозов А.М. Особенности диагностики острого холецистита у различных пациентов // Forcipe. 2020; 3(5):87–95.
9. Брещенко Е.Е., Быков И.М. Биохимия полости рта, ротовой и десневой жидкостей: учебно-методическое пособие // Краснодар. 2018:63.

© Яшнова Надежда Борисовна, Яшнов Алексей Александрович (alexuyashnov@mail.ru),
Золотухина Анастасия Евгеньевна, Катман Мария Александровна, Турчина Елена Викторовна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Aleksandrova O. — I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
aleksandovastom@yandex.ru

Allahkuliyeva S. — Associate Professor, Dagestan State Medical University
Allahkulievasaida@mail.ru

Aseev A. — MD, Associate Professor, Tver State Medical University

Babich I. — Doctor of Medical Sciences, professor, Rostov State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
babich-igor@yandex.ru

Bagnovskii I. — Endoscopist, pediatric surgeon, Regional Children's Clinical Hospital State Budgetary Institution of the Rostov Region
bagnovskij@gmail.com

Balter R. — Candidate of Medical Sciences, Professor, Samara State Medical University, Samara
samaraobsgyn2@yandex.ru

Belyak M. — Tver State Medical University
belyakmariah@yandex.ru

Bloshchinskiy V. — Postgraduate, Pacific National University, Khabarovsk
vladkms94@mail.ru

Chaadaev K. — National Research University Bauman Moscow State Technical University
vkchaadaev@gmail.com

Chiskidov S. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Academy of Civil Protection EMERCOM of Russia, Khimki (Moscow region)
chis69@mail.ru

Edgulova E. — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Kabardino-Balkarian State University, Nalchik
ermolaeva-07@yandex.ru

Ermakova T. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow City University (MCU), Moscow
ermaktat@bk.ru

Esedova A. — MD, Professor, Dagestan State Medical University

Georgieva M. — Graduate student, Southern Federal University (Taganrog)
maryana.g@list.ru

Gurfova R. — PhD in Economics, Kabardino-Balkarian State University, Nalchik
guruinform1961@yandex.ru

Halepa S. — Associate Professor, Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications
s.halepa@mail.ru

Ibragimova A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Samara State Medical University, Samara
a.r.ibragimova@samsmu.ru

Idrisova M. — Assistant, Dagestan State Medical University

Ivanova T. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Samara State Medical University, Samara
t.v.ivanova@samsmu.ru

Ivanov D. — The applicant, Medical University "Reaviz", Samara
maddoc2010@gmail.com

Kalita E. — Postgraduate student, Military medical academy of S.M. Kirov
kalita.ekaterina@yandex.ru

Katman M. — Chita state medical Academy

Khashirova T. — Doctor of Technical Sciences, Kabardino-Balkarian State University, Nalchik
khashirova@mail.ru

Kolesnikova A. — Ph.D. in Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE South-Urals State Medical University MOH Russia (Chelyabinsk)
olekol@mail.ru

Kolesnikov O. — Doctor of Science in Medical Sciences, Professor, FSBEI HE South-Urals State Medical University MOH Russia (Chelyabinsk)
kaf-biol@mail.ru

Koscheev A. — Teacher, Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications
koscheev06@mail.ru

Kostroma Ya. — Obstetrician-gynecologist, LLC "Family Medical Center" GP Siversky
kostromayana@gmail.com

Kurbatov S. — Postgraduate student, Russian State Social University (Moscow)
s.kurbatoff@icloud.com

Lashin Yu. — Teacher, Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications
ylashin@yandex.ru

Magomedova T. — Assistant, Dagestan State Medical University

Makhnev S. — Postgraduate, Irkutsk State Transport University
still-1994@mail.ru

Malukhova F. — PhD, Kabardino-Balkarian State University, Nalchik
fmalukhova@bk.ru

Mamrega V. — General Director of LLC "Darbaza-Avtomatik"
mamregavv@gmail.com

Maximov D. — Head of Department, Tver Regional Clinical Oncological Dispensary

Morozov A. — PhD, Associate Professor, Tver State Medical University

Nevostrueva A. — Tver State Medical University

Ponomarev A. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Russian State Social University (Moscow)
anpn1@yandex.ru

Romashkova O. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow
ox-rom@yandex.ru

Ryabogina I. — Post-graduate student, Moscow City University (MCU), Moscow
iren89@bk.ru

Ryabov A. — Applicant, Samara State Medical University, Samara

Sagdeev A. — Candidate of technical Sciences, associate Professor, Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications
brother-aks@yandex.ru

Shalobanov S. — Doctor of Technology, professor, Pacific National University, Khabarovsk
shalobanov@mail.ru

Shalobanov S. — PhD in Engineering Science, associate professor, Pacific National University, Khabarovsk
shalobanov_ne@mail.ru

Shepel E. — Oncologist, Tver Regional Clinical Oncological Dispensary

Sineglazova A. — Doctor of Science in Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE Kazan State Medical University MOH Russia (Kazan)
sineglazovaav@mail.ru

Tarabrina Iu. — Ph.D. in Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE South-Urals State Medical University MOH Russia (Chelyabinsk)
julikol@mail.ru

Tselkovich L. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Samara State Medical University, Samara

Turchina E. — Chita state medical Academy

Turdiev O. — Graduate Student, St. Petersburg State University of Alexander I Ways of Communication, St. Petersburg
odiljan.turdiev@mail.ru

Urudzheva N. — Assistant, Dagestan State Medical University
sm.naida9991@mail.ru

Vasilev A. — Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University
astrgan@gmail.com

Vasilev G. — Graduate student, Komsomolsk-na-Amure State University

Yashnov A. — Chita state medical Academy
alexyashnov@mail.ru

Yashnova N. — Chita state medical Academy

Zakarova A. — Resident, Kazan (Volga region) Federal University
albina_zakarova@mail.ru

Zolotukhina A. — Chita state medical Academy

Zubkova V. — Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian State Social University (Moscow)
vmzubkova@yandex.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия 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).