AKAДЕМИЯ ECTECTBO3HAHИЯ «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED AND FUNDAMENTAL RESEARCH

Журнал основан в 2007 году The journal is based in 2007 ISSN 1996-3955 Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,580 № 3 2021

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,286

Научный журнал Scientific journal

Журнал International Journal of Applied and Fundamental Research (Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований) зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС 77-60735.

Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – ПИ140

Электронная версия размещается на сайте www.rae.ru

The electronic version takes places on a site www.rae.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР EDITOR

к.м.н. Н.Ю. Стукова Natalia Stukova

Ответственный секретарь Senior Director and Publisher

к.м.н. М.Н. Бизенкова Maria Bizenkova

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.б.н., проф. Абдуллаев А. (Душанбе); к.б.н. Алиева К.Г. (Махачкала); д.х.н., к.ф.-м.н., проф. Алоев В.З. (Чегем-2); д.б.н., проф. Андреева А.В. (Уфа); к.географ.н., доцент Аничкина Н.В. (Липецк); к.ф.-м.н. Барановский Н.В. (Томск); д.б.н., доцент Белых О.А. (Иркутск); д.т.н., проф. Бурмистрова О.Н. (Ухта); д.т.н., доцент Быстров В.А. (Новокузнецк); д.м.н., проф. Гарбуз И.Ф. (Тирасполь); д.ф.-м.н., проф. Геворкян Э.А. (Москва); д.х.н., проф. Гурбанов Г.Р. (Баку); д.ветеринар.н., доцент Ермолина С.А. (Киров); к.т.н. Есенаманова М.С. (Атырау); к.ф.-м.н., д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.м.н. Жураковский И.П. (Новосибирск); д.т.н., доцент Ибраев И.К. (Темиртау); к.т.н., доцент Исмаилов З.И. (Баку); д.б.н., с.н.с. Кавцевич Н.Н. (Североморск); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.б.н. Кокорева И.И. (Алматы); д.г.-м.н., доцент Копылов И.С. (Пермь); к.б.н., доцент Коротченко И.С. (Красноярск); к.с.-х.н., доцент Кряжева В.Л. (Нижний Новгород); д.ф.-м.н., доцент Кульков В.Г. (Волжский); д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов); д.б.н., к.с.-х.н., доцент Леонтьев Д.Ф. (Иркутск); д.географ.н., к.б.н., проф. Луговской А.М. (Москва); д.г.-м.н., с.н.с. Мельников А.И. (Иркутск); д.т.н., проф. Несветаев Г.В. (Ростовна-Дону); д.с.-х.н. Никитин С.Н. (п. Тимирязевский); д.фарм.н., доцент Олешко О.А. (Пермь); д.с.-х.н., с.н.с., проф. Партоев К. (Душанбе); к.п.н., доцент Попова И.Н. (Москва); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.м.н., с.н.с., доцент Розыходжаева Г.А. (Ташкент); д.г.-м.н. Сакиев К.С. (Бишкек); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ветеринар.н., проф. Трефилов Б.Б. (Санкт-Петербург); д.м.н., проф. Чарышкин А.Л. (Ульяновск); д.географ.н., проф. Чодураев Т.М. (Бишкек); д.б.н., проф. Шалпыков К.Т. (Бишкек); к.х.н. Шарифуллина Л.Р. (Москва); д.п.н., проф. Щирин Д.В. (Санкт-Петербург)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED AND FUNDAMENTAL RESEARCH

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals directory» в целях информирования мировой научной общественности.

Журнал представлен в ведущих библиотеках страны и является рецензируемым. Журнал представлен в НАУЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКЕ (НЭБ) — головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и имеет импакт-фактор Российского индекса научного цитирования (ИФ РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,580. Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,286.

Учредитель, издательство и редакция: ООО НИЦ «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя: 410056, г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56

ISSN 1996-3955

Тел. редакции — 8-(499)-704-13-41 Факс (845-2)-47-76-77

E-mail: edition@rae.ru

Зав. редакцией Т.В. Шнуровозова Техническое редактирование и верстка Л.М. Байгузова Корректор Е.С. Галенкина, Н.А. Дудкина

Подписано в печать – 29.03.2021 Дата выхода номера – 29.04.2021

Формат 60х90 1/8 Типография ООО НИЦ «Академия Естествознания» 410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 11,38 Тираж 500 экз. Заказ МЖПиФИ 2021/3

© ООО НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
СТАТЬИ
ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНУЮ НАДЕЖНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ
Дадашев Ф.Г., Эстрова С.Т., Аллахвердиев А.Р., Дадашева К.Г
МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ
СТАТЬИ
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ ГРИППА В КЫРГЫЗСТАНЕ В ПЕРИОД С 2018 ПО 2020 ГОД
Буранчиева А.А., Нарматова К.К.
НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ГЕПАТОЦЕЛЛЮЛЯРНОГО РАКА
Голоднов В.А., Киселев Е.А., Киселева К.Е.
ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КАЛЬЦИЕМ И МАГНИЕМ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ГОРОДА УЛАН-УДЭ НА ОСНОВЕ ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ
Гомбоева Н.Б. 23
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЛЕКАРСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ МНОГОПРОФИЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Григорьева И.А., Эдилов Р.У.
ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ГАСТРОИНТЕСТИНАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С ВЫСОКИМ РИСКОМ РЕЦИДИВА
Киселева К.Е., Киселев Е.А.
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ СЕРДЦА И ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ РАБОТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ КАК ОПОРНЫЕ ТОЧКИ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ НА ФОНЕ РЕГУЛЯРНОГО ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА
Терещенко Ю.В., Исаева А.С., Ахмедов В.А., Лялюков А.В.
ОБЗОРЫ
РАК МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У МОЛОДЫХ ЖЕНЩИН: АДАПТИРОВАННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЛУЧЕВОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ
Сулейменова Д.М., Жолдыбай Ж.Ж., Айнакулова А.С., Аманкулова Ж.Б., Исаева А.М
МАНУАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА МЫШЕЧНО-СКЕЛЕТНЫХ БОЛЕЙ
Яруллина И.Х., Садыкова Г.А., Осинцев В.М. 53
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
СТАТЬИ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ СО $_{\scriptscriptstyle 2}$ ДО СО В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОЛИЗА КАРБОНАТА ЛИТИЯ ПРИ 900 °C
Досмухамедов Н.К., Каплан В.А., Жолдасбай Е.Е., Курмансеитов М.Б., Аргын А.А

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

СТАТЬИ

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА УСЛУГ ПО СБОРУ И ОБРАБОТКЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Бухарицин А.П.

85

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES
ARTICLES
AN INTERACTIVE SYSTEM PROVIDING PSYCHO-FUNCTIONAL RELIABILITY OF UNMANNED AERIAL VEHICLE CONTROL
Dadashev F.G., Estrova S.T., Allakhverdiev A.R., Dadasheva K.G.
MEDICAL SCIENCES
ARTICLES
COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE FEATURES OF INFLUENZA COURSE IN KYRGYZSTAN IN THE PERIOD FROM 2018 TO 2020
Buranchieva A.A., Narmatova K.K.
IMMEDIATE AND LONG-TERM RESULTS OF SURGICAL TREATMENT OF HEPATOCELLULAR CANCER
Golodnov V.A., Kiselev E.A., Kiseleva K.E.
ASSESSMENT OF THE PROVISION OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN CHILDREN AND ADOLESCENTS IN ULAN-UDE BASED ON ACTUAL NUTRITION
Gomboeva N.B.
DEVELOPMENT OF A STRUCTURAL-LOGICSCHEMES OF STUDIES TO IMPROVE DRUG SUPPLY PATIENTS MULTIDISCIPLINARY MEDICAL ORGANIZATIONS
Grigoreva I.A., Edilov R.U.
LONG-TERM RESULTS OF TREATMENT OF GASTROINTESTINAL STROMAL TUMORS IN PATIENTS WITH A HIGH RISK OF RECURRENCE
Kiseleva K.E., Kiselev E.A.
DIASTOLIC HEART FUNCTION AND AUTONOMIC REGULATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AS REFERENCE POINTS FOR METABOLIC SUPPORT DURING THE REGULAR TRAINING PROCESS
Tereschenko Yu.V., Isaeva A.S., Akhmedov V.A., Lyalyukov A.V. 40
REVIEWS
BREAST CANCER IN YOUNG WOMEN: ADAPTED IMAGING RECOMMENDATIONS Suleymenova D.M., Zholdybay Zh.Zh., Aynakulova A.S., Amankulova Zh.B., Isaeva A.M
TECHNICAL SCIENCES
ARTICLES
ELECTROCHEMICAL REDUCTION OF CO $_2$ TO CO UNDER ELECTROLYSIS CONDITIONS OF LITHIUM CARBONATE AT 900 $^{\circ}\mathrm{C}$
Dosmukhamedov N.K., Kaplan V.A., Zholdasbay E.E., Kurmanseitov M.B., Argyn A.A

REVIEWS	
MODERN EFFECTIVE THERMAL INSULATION MATERIALS BASED ON WOOD RESOURCES	
Kolosova A.S., Pikalov E.S.	6
CHEMICAL SCIENCES	
ARTICLES	
COMPLEX FORMING CAPACITY OF HOLMIUM CHLORIDE WITH GLYCINE IN AQUATIC MEDIUM AT 25 °C	
Osmonova S.S., Orozbaeva N.O., Dubanaeva K.Dzh., Sarkelov Zh.S., Baydinov T.B.	70
ECONOMICAL SCIENCES	
ARTICLES	
STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE MARKET OF SERVICES FOR COLLECTING AND PROCESSING SATELLITE DATA OF REMOTE SENSING OF THE EARTH	
Bukharitsin A.P.	8.

СТАТЬИ

УДК 612.821

ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНУЮ НАДЕЖНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

¹Дадашев Ф.Г., ¹Эстрова С.Т., ²Аллахвердиев А.Р., ²Дадашева К.Г.

¹Национальная академия авиации, Баку;

²Институт физиологии им. А.И. Караева НАНА, Баку, e-mail: dfh54@rambler.ru

Статья посвящена способу повышения функциональной надежности человека-оператора, управляющего комплексом БПЛА. Для этого предлагается автоматизированная трехуровневая экспертная система, выполняющая такие задачи, как профотбор, допуск к выполнению текущей работы и контроль состояния человека-оператора во время выполнения работы на комплексе БПЛА. На основе анализа характера работы человека-оператора БПЛА для каждой задачи, предложен комплекс показателей, которые сохраняют в себе кроме показателей качеств, необходимых пилоту и диспетчеру, также показатели, связанные со спецификой данной работы. В качестве дополнительных показателей, отражающих деятельность человека-оператора, выбраны такие параметры, которые соответствуют психофункциональным качествам, необходимым при реализации деятельности, связанные с выполнением как задач стратегического, тактического, так и реактивного характера. Предлагаемая система со своей гибкостью является перспективной для повышения функциональной надежности при управлении комплексом БПЛА, учитывая человеческий фактор. Интерактивная система помимо идентификации состояний и выдачи результатов анализа психофункциональных состояний, снабжена программным блоком, дающим как прогностическую, так и управленческую, корректирующую консультацию психологу, следящему за данной системой. Задачно-ориентированная интерактивная система за счет своей открытости имеет возможности расширения.

Ключевые слова: экспертная система, психофункциональное состояние, комплекс управления БПЛА, человек-оператор, человеческий фактор

AN INTERACTIVE SYSTEM PROVIDING PSYCHO-FUNCTIONAL RELIABILITY OF UNMANNED AERIAL VEHICLE CONTROL

¹Dadashev F.G., ¹Estrova S.T., ²Allakhverdiev A.R., ²Dadasheva K.G.

¹National Aviation Academy, Baku;

²Institute of Physiology n.a. A.I. Karaev, Baku, e-mail: dfh54@rambler.ru

The article dedicates to increasing the functional reliability of a human operator of a UAV. An automated three-level expert system is offered for performing operations like professional selection, access to execute the current task and control of the direct state of the human operator while working on UAV. Based on an analysis of a UAV human operator's work characteristics for each task, a set of indicators is offered, which besides quality indicators required for pilots and air traffic controllers, also preserves indicators related to this specific job. As additional indicators of human-operator performance, characteristics are chosen that correlate to psycho functional qualities required for executing strategic, tactical and reactive tasks. The suggested system with its flexibility is a perspective for increasing functional reliability at controlling UAV, taking the human factor into account. Besides state identification and delivery of psycho functional analysis results, the interactive system is equipped with a software block giving prognostic, managerial and corrective consulting to a psychologist viewing this system. The problem-oriented interactive system has expansion capabilities due to its openness.

Keywords: expert system, psycho functional state, UAV control unit, human-operator, human factor

В последнее время развивается и активно растет применение БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) в различных сферах человеческой жизни: осуществляется геодезическая съемка, топография и многие другие виды географических исследований, они применяются на нефтеперерабатывающих и химических предприятиях, в экономическом и в сельскохозяйственном секторе [1]. Также высока частота использования таких комплексов в военных целях. В последние годы возникла необходимость применения целых комплексов таких беспилотников. Но вместе с тем статистика свидетельствует о том, что количество взлетов

и посадок таких БПЛА часто не совпадает (по представленным Пентагоном данным, за 2001–2014 гг. США в общей сложности потеряли 418 беспилотных летательных аппаратов) [2].

Помимо технических неполадок и проблем, связанных с конструкцией, объективно существующих сейчас, открывается и другая, не менее важная проблема – проблема повышения функциональной надежности человека-оператора, управляющего комплексом БПЛА. Проблемы, связанные с человеческим фактором, являются не менее важными, так как внутреннее состояние человека-оператора, управляющего такими

комплексами, его работоспособность, нагрузка, надежность, возникающие у него ошибки и вытекающие из этого вопросы — это то, что мы сейчас классифицируем как причины, связанные с человеческим фактором.

В статье представлены результаты исследования, целью которого является повышение функциональной надежности управления комплексом БПЛА, с помощью многофункциональной интерактивной системы [3], предназначенной для повышения надежности функционирования человека-оператора.

Материалы и методы исследования

Для проектирования интерактивной системы, обеспечивающей функциональную надежность оператора, управляющего БПЛА, как адаптивно целеустремленной системы со своей специфичностью, требуется решение комплекса задач. Эти задачи подразделяются на подгруппы, соответственно такие как профотбор, пропуск к текущей работе и слежение (мониторинг) за выполнением управления комплексом БПЛА. К этим задачам относятся основные этапы применения полипараметрической технологии:

- выбор информативных показателей для идентификации состояния;
- формализация состояния в виде «портрета»;
- графическое отображение состояния в виде «портрета»;
- комплексная оценка состояния, определения близости данного состояния с «желаемым»;
 - выдача экспертного решения;
 - объяснение выбранного решения.

Типы идентификационных «портретов», соответствующих трем типам задач, несмотря на различия в базовых параметрах, формируются на основе общих принципов, с использованием теории нечетких множеств [4]. Различные типы данных, как количественные, так и качественные (принадлежащие к различным типам шкал), приводят к единому диапазону, с построением функций принадлежности множества «желаемых состояний» для каждого показателя.

Результаты исследования и их обсуждение

Трехуровневая интерактивная система, обеспечивающая надежность системы управления комплекса БПЛА, с учетом человеческого фактора позволяет повысить психофункциональную надежность человека-оператора. Как видно из таблицы, данная

система направлена на решение трех типов разных задач, таких как профессиональный отбор человека-оператора, допуск к выполнению текущей работы (определение готовности человека-оператора к работе), а также анализ непосредственного психофункционального состояния человека-оператора во время выполнения работы.

На первом уровне системы выполняется задача профессионального отбора оператора БПЛА. Реализация этой задачи выполняется в диалоговом режиме (рис. 1), где с помощью тестов формируется «обобщенный портрет» человека-оператора, управляющего комплексом БПЛА, на основе выбранных нами характеристик профессионально важных и психофункциональных качеств.

Психолог, управляющий этой системой, для оценки пригодности к работе оператора БПЛА имеет возможность в диалоговом режиме дополнить или уточнить состояние подключением других информативных недостающих признаков.

Человек – оператор БПЛА, объединяющий в себе необходимые качества, такие как качества диспетчера УВД (управление воздушным движением), так и собственно пилота, должен иметь еще и специфические качества в связи с заданной работой.

К профессионально важным качествам добавлены характеристики, которые соответствуют выполнению стратегических, тактических и реактивных функций человека-оператора. Эти функции соответствуют модели интеллектуальной системы управления БПЛА, работающей на трех уровнях, предложенной Д.А. Макаровым, А.И. Пановым и К.С. Яковлевым. Авторами описывается соответствующая архитектура – STRL (от англ. strategic, tactical, reactive, layered) «в условиях коллективного взаимодействия при решении общих и частных задач» [5]. На стратегическом уровне реализуются интеллектуальные функции самого сложного масштаба. Сообщения представлены в знаковой форме, что упрощает обмен информацией с остальными участниками коалиции. На тактическом уровне осуществляется прогнозирование, построение плана и мониторинг по навигации и управлению объектом в пространстве. Нижний уровень, реактивный, работает на построение траектории.

К профессионально важным качествам добавлены характеристики, которые соответствуют выполнению стратегических, тактических и реактивных функций человека-опера-тора. Эти функции соответствуют модели интеллектуальной системы управления БПЛА, работающей на трех уровнях, предложенной Д.А. Макаровым, А.И. Пано-

вым и К.С. Яковлевым. Авторами описывается соответствующая архитектура – STRL (от англ. strategic, tactical, reactive, layered) «в условиях коллективного взаимодействия при решении общих и частных задач» [5]. На *стратегическом* уровне реализуются интеллектуальные функции самого сложного масштаба. Сообщения представле-

ны в знаковой форме, что упрощает обмен информацией с остальными участниками коалиции. На *тактическом* уровне осуществляется прогнозирование, построение плана и мониторинг по навигации и управлению объектом в пространстве. Нижний уровень, *реактивный*, работает на построение траектории.

Задачи систем и их характеристики

Задачи	Оценка состояния	Параметры	Образ	Рекомендации
Профотбор	Пригодность к этой профессии	Профессионально важные качества	Обобщенный портрет	Переподготовка
Допуск к выполнению текущей работы	Психофизиологическое состояние	Вегетативные параметры: частота сердечного ритма, частота дыхания, кожно-гальваническая реакция и т.д.	Психофизи- ологический портрет	Отклонения от нормального/не-обходимого/требу-емого уровня выполнения работы и рекомендации к психокоррекции
Контроль непосредственного состояния человека-оператора во время выполнения работы	Динамика теку- щей деятельности	Дистантное определение параметров движения рук, движения глаз и др.	Образ динами- ки изменения показателей, ха- рактеризующих состояние	Включение обратной связи, информирование вышестоящих работников

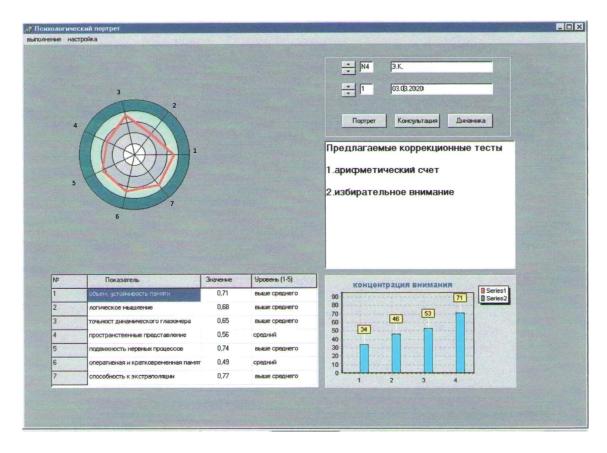


Рис. 1. Одно из диалоговых окон при работе интерактивной системы

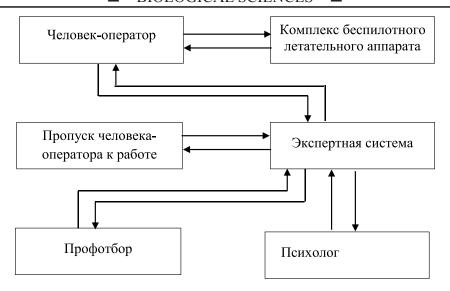


Рис. 2. Структурно-функциональная схема экспертной системы

Помимо этого работа человека – оператора комплекса БПЛА имеет свои специфические особенности и условия: часто сопровождается монотонией (несколько часов наблюдать за работой фото- и видеосъемки), многозадачностью, которую необходимо осуществить в ограниченный промежуток времени, удержанием постоянного напряженного внимания на аудио и видеоинформации [6], ответственностью и тяжелыми последствиями ошибок, хронической усталостью и стрессом, вызываемыми всеми этими факторами. И это далеко не все причины. Такая деятельность требует от человека-оператора специфических качеств, свойств и умений.

Опираясь как на нормативные данные, так и на данные литературы, можно выделить несколько групп качеств, необходимых для эффективного выполнения деятельности диспетчера УВД и пилота [7–9]:

- 1) личностные (ответственность, решительность, предусмотрительность, педантичность, организаторские способности, умение работать в команде и др.);
- 2) интеллектуальные (оперативное и стратегическое мышление, способность планировать свою деятельность во времени, способность к концентрации, распределению и переключаемости внимания, высокий уровень развития пространственного мышления, хорошо развитые свойства памяти и т.д.),
- *3) психофизиологические* (развитие глазомера, цветовое восприятие и др.),
- 4) психические (психоэмоциональная устойчивость (стрессоустойчивость), сохранение работоспособности при развива-

ющемся утомлении, высокая помехоустойчивость деятельности и т.п.).

Назначением второго уровня данной системы является допуск человека-оператора к выполнению текущей работы в связи с функциональным состоянием, для выполнения эффективного управления БПЛА. Функциональное состояние не является постоянной характеристикой индивида, а обусловлено как внутренними, так и внешними факторами. Для оценки психофункционального состояния используются комплексные электрофизиологические данные вегетативных систем, такие как ЭКГ, КГР, кривая дыхания и т.д., выбор, которых осуществляется автоматически или по усмотрению психолога. Комплекс программ, осуществляющих оценку функциональных состояний человека-оператора, выдает «психофизиологический портрет» (рис. 2) соответственными количественными данными и их нормативами. Кроме этого, выдаются интегративные психофизиологические данные, такие как спектральные характеристики вариабельности сердечного ритма, хаотические составляющие других электрофизиологических данных вегетативной системы. На основе комплекса программ, включенных в интерактивную систему, анализируя электрофизиологические данные помимо оценки, выдаются консультативные решения. Ответ, передающийся психологу, является информацией о пропуске человека-оператора в данный момент к управлению комплекса БПЛА или нет. При необходимости дается консультация для прохождения соответствующих коррекционных процедур, связи с наличием

трудных состояний (стресс, тревожность, апатия и т.д.) в виде медитации.

Третий уровень обеспечивает слежение за человеком-оператором при управлении комплексом БПЛА [10, 11]. Слежение за психофункциональным состоянием является одной из труднейших задач оценки, так как во время работы при управлении БПЛА [12, 13] невозможно использование датчиков и внешнего воздействия, для определения реактивности. Адекватным методом для оценки состояния используются видеокамеры, с помощью которых определяются движения глаз, состояние зрачков, движение и положение головы и т.д. Психолог, получая информацию о динамике состояния через интерфейс, имеет возможность воздействовать на человека-оператора посредством обратной связи и при экстренных состояниях возможность доложить вышестоящему. Следует отметить, что при этом используются современные интеллектуальные технологии для распознавания психофункционального состояния человека-оператора.

Заключение

Предлагаемая экспертная трехэтапная система анализа работы человека-оператора в процессе управления БПЛА позволяет минимизировать количество разных типов ошибок, тем самым обеспечив повышение функциональной надежности. Три различные задачи — обеспечивающие профессиональный отбор, допуск к выполнению текущей работы и анализ состояния во время выполнения работы — позволяют оптимизировать деятельность человека-оператора БПЛА.

Использование интеллектуальных технологий на всех этапах позволяет усовершенствовать оценку, прогнозирование психофункциональных состояний и на их основе обеспечить своевременное принятие оптимальных решений, что является перспективным для снижения человеческого фактора и тем самым позволяет снизить коэффициент аварийности,

связанный непосредственно с качествами человека-оператора.

Список литературы

- Моисеев В.С. Основы теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов: монография.
 Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2015.
 444 с.
- 2. Американцы подсчитали потери беспилотников с 2001 года // Военное обозрение. 23 июня 2014 г. [Электронный ресурс]. URL: ttps://topwar.ru/52665-amerikancy-podschitali-poteri-bespilotnikov-s-2001-goda.html (дата обращения: 31.03.2021).
- 3. Пашаев А.М., Мамедов А.М., Дадашев Ф.Г., Султанов В.З., Мирзоев Б.М. Целеустремленная система «Psixotron-X» для контроля и коррекции психологических качеств диспетчеров УВД// Научные труды НАА. 2006. № 1. С. 92–100.
- 4. Конюхов А.Н., Дюбуа А.Б., Сафошкин А.С. Основы теории нечетких множеств. Ч. 1. Рязань, 2017. 88 с.
- 5. Макаров Д.А., Панов А.И., Яковлев К.С. Архитектура многоуровневой интеллектуальной системы управления беспилотными летательными аппаратами // Искусственный интеллект и принятие решений. 2015. № 3. С. 18–33.
- 6. Розайненко И.Ю. Особенности профессионального отбора пилотов гражданской авиации // Актуальные вопросы авиации и космонавтики 2015. № 2. С. 721–723.
- 7. Солдатов С.К., Засядько К.И., Богомолов А.В., Вонаршенко А.П., Язлюк М.Н. Психофизиологические профессионально важные качества летчиков-инструкторов и возможности их развития // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2019. Т. 53. № 1. С. 86–91.
- 8. Засядько К.И., Вонаршенко А.П., Солдатов С.К., Соломка А.В. Анализ профессиональной надежности операторов управления воздушным движением // Транспортный вестник. 2017. № 1. С. 31–38.
- 9. Thompson W.T., Lopez N., Hickey P., DaLuz C., Caldwell J.L., Tvaryanas A.P. Effects of Shift Work and Sustained Operations: Operator Performance in Remotely Piloted Aircraft (OPREPAIR). Technical Report HSW-PE-BR-TR-2006-0001. 311th Human Systems Wing, Brooks City-Base, TX, Jan 2006.
- 10. Гандер Д.В., Ворона А.А., Пономаренко В.А., Алексеенко М.С. Методологические и теоретические предпосылки психологических исследований летного труда на современном этапе развития авиации // Психология и Психотехника. 2016. № 11. С. 906–912.
- 11. Величковский Б.Б. Инженерно-психологические проблемы проектирования интерфейсов управления беспилотными летательными аппаратами // Национальный психологический журнал. 2020. № 1 (37). С. 31–39.
- 12. Першин Ю.Ю. Психоэмоциональные расстройства человек-операторов БПЛА (по материалам иностранных источников): презентация проблемы // Вопросы безопасности. 2017. № 3. С. 17–30.
- 13. Гандер В.Д., Лысаков Н.Д. Психологические аспекты управления беспилотными летательными аппаратами // Человеческий капитал. 2017. № 3. С. 41–42.

СТАТЬИ

УДК 616.9-036.21(575.2)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ ГРИППА В КЫРГЫЗСТАНЕ В ПЕРИОД С 2018 ПО 2020 ГОД

¹Буранчиева А.А., ²Нарматова К.К.

¹Международная высшая школа медицины, Жалал-Абадский государственный университет им. Б. Осмонова, Джалал-Абад, e-mail: buranchieva99@gmail.com;
²Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, Бишкек, e-mail: nkaniza@mail.ru

По данным ретроспективного анализа историй болезни 152 больных разных возрастных категорий проведена сравнительная оценка течения клинических проявлений и осложнений болезни в зависимости от возбудителя гриппа в период с ноября 2018 по февраль 2019 г. и с октября 2019 по февраль 2020 г., поступивших в республиканскую клиническую инфекционную больницу г. Бишкека. Из результатов исследования выявлено, что в период с ноября 2018 по февраль 2019 г. структура гриппа была представлена наличием гриппа А (H1N1) рdm09, гриппа А (H3N1) и гриппа В. А с октября 2019 по февраль 2020 г. только двумя субтипами: гриппом А (H3N2) и гриппом В. Клинические проявления во всех случах характеризовались катаральными явлениями: ринореей, инъекцией сосудов склер, гиперемией слизистой оболочки глотки и др. Случаи осложнения зарегистрировались со стороны придаточных пазух носа и пневмонии и чаще были характерны для большей части больных гриппом А(H1N1) – 62,1 %. Вдобавок в периферическом анализе крови отмечались транзиторные изменения, свойственные типичной вирусной нагрузке, с выраженным лимфоцитозом, эозинопенией и моноцитозом. Также неоднородными были изменения количества лейкоцитов и СОЭ, чтобы идентифицировать ту или иную форму гриппа, основываясь на гемограмме.

Ключевые слова: грипп типа A (H1N1) pdm09, грипп типа A (H3N1), грипп типа В, дети, клиническая картина, синусит, ларингит

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE FEATURES OF INFLUENZA COURSE IN KYRGYZSTAN IN THE PERIOD FROM 2018 TO 2020

¹Buranchieva A.A., ²Narmatova K.K.

¹International Higher School of Medicine, Jalal-Abad State University named after B. Osmonov, Jalal-Abad, e-mail: buranchieva99@gmail.com; ²Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev, Bishkek, e-mail: nkaniza@mail.ru

According to the data of a retrospective analysis of case histories of 152 patients of different age categories, a comparative assessment of the course of clinical manifestations and complications of the disease was carried out depending on the causative agent of influenza in the period from November 2018 to February 2019 and from October 2019 to February 2020, admitted to the republican clinical infectious diseases hospital in Bishkek. From the results of the study it was revealed that in the period from November 2018 to February 2019, the structure of influenza was represented by the presence of influenza A (H1N1) pdm09, influenza A (H3N1) and influenza B. A from October 2019 to February 2020, only two subtypes: influenza A (H3N2) and influenza B. Complications from the paranasal sinuses and pneumonia were more common in most patients with influenza A (H1N1) – 62.1%. Clinical manifestations in all cases were characterized by catarrhal phenomena, rhinorrhea, injection of scleral vessels, hyperemia of the pharyngeal mucosa, etc. Cases of complications were registered from the paranasal sinuses and pneumonia was more common in most patients with influenza A (H1N1) – 62.1%. In addition, the peripheral blood test showed transient changes due to a typical viral load, with severe lymphocytosis, eosinopenia, and monocytosis. Also heterogeneous was the change in the number of white blood cells and ESR to identify a particular form of influenza based on the hemogram.

Keywords: influenza type A (H1N1) pdm09, influenza type A (H3N1), influenza type B, children, clinical picture, sinusitis, laryngitis

В структуре инфекционных заболеваний острые респираторные вирусные инфекции, в том числе грипп, продолжают занимать лидирующие позиции как у детей, так и у взрослых. В последние десятилетия повсеместно наблюдается не только рост заболеваемости, но, к сожалению, наблюдается увеличение числа летальности среди детей и взрослых. По данным ВОЗ в мире ежегодно болеют до 100 млн чел. и умирают около 4,5 млн чел. [1, с. 76; 2]. Как известно, для возбудителя гриппа характерна изменчивость антигенной структуры, особенно

вируса гриппа А, следовательно, новые антигенные варианты вируса вызывают более тяжелые и осложнённые формы инфекции и более массовые по характеру распространения эпидемий гриппа [3; 4, с. 21]. Чаще эпидемии возникают в зимнее время, особенно когда меняется штамм вируса, однако вспышки наблюдаются также и в осенне-весенний период. Перекрестного иммунитета при гриппе нет, поэтому в случае появления нового штамма наблюдается подъем заболеваемости, выраженность эпидемического процесса и быстрое распространение

эпидемий гриппа. Возникновение частых вирусных инфекций ведет к формированию хронической патологии со стороны придаточных пазух носа и глотки, легочной ткани, аллергических реакций, нарушению функций иммунной системы, осложнениям и летальным исходам [5, с. 41]. Соответственно, в периферическом анализе крови будет отмечаться сдвиг лейкоформулы влево по типу транзиторного ускорения СОЭ, лимфоцитоза и моноцитоза [6, с. 56].

Цель исследования: сравнить клинические особенности течения гриппа в зависимости от выделенных штаммов вируса в 2018–2020 гг.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования явились данные ретроспективного анализа 152 историй болезней больных пациентов, госпитализированных в Республиканскую клиническую инфекционную больницу, с диагнозами острые респираторные вирусные инфекции, в период с декабря 2018 г. по февраль 2019 г. и с октября 2019 г. по февраль 2020 г. Этиологическая верификация гриппа проводилась из назальных смывов пациентов в вирусологических лабораториях ДПЗиГ-СЭН МЗ КР, Центров Госсанэпиднадзора ЦГСЭН) г. Бишкека. Использовался метод ПЦР в режиме реального времени (ОТ-ПЦР) по протоколу СОС (США, Атланта), с применением коммерческих наборов «RNeasy» (Qiagen, Германия). Для исследования придаточных пазух носа и полости носа проводили риноскопию, рентгенографию придаточных пазух носа. Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Статистический анализ проводился с использованием программы STATISTICA 13.3 (разработчик – StatSoft.

Inc). Достоверность сравниваемых величин изучена с помощью критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведена сравнительная оценка клинических проявлений болезни в зависимости от возбудителя гриппа в 2018-2019 гг. и 2019-2020 гг. С ноября 2018 г. по февраль 2019 г. у 94 больных был установлен диагноз грипп, с позитивным по гриппу А – 60 (63,8%), гриппу В – 34 (36,2%). Следует отметить, что на долю гриппа А (H1N1) рdm09 приходилось 29 пациентов (30,9%), грипп А (H3N1) – 31 (32,9%), тип В – 34 (36,1%) (рис. 1).

В период с октября 2019 г. по февраль 2020 г. у 56 больных выставлен диагноз грипп, из которых в 20 (35,7%) случаях был диагностирован грипп A (H3N2) и в 36 (64,3%) случаях грипп В (рис. 2).

Таким образом, в 2018–2019 гг. этиологическим фактором был грипп A, а в 2019–2020 гг. – грипп B.

В период 2018–2019 гг. среди госпитализированных больных гриппом А (H1N1) рdm09 дети составили 86,2% больных, взрослые 13,8%. При гриппе А (H3N1) в 71% случаев заболели дети, взрослые – 29%. При гриппе В подавляющее большинство составили дети – 73,5%, взрослые – 26,5% (рис. 3).

Таким образом, среди наблюдавшихся больных дети составили основную группу заболевших, и все они были позитивны по гриппу. В отличие от 2018—2019 гг., с октября 2019 по февраль 2020 г. этиологическая структура гриппа была представлена наличием только двух субтипов: грипп А (H3N2) который был позитивен у 80% детей и 20% взрослых, а гриппа В выделен у 80,5% взрослых и 19,4% детей.

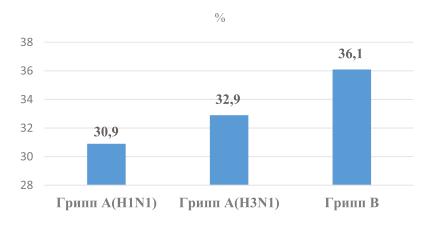


Рис. 1. Эпидемические штаммы вируса гриппа в 2018–2019 гг.

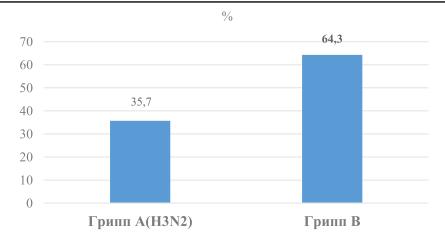


Рис. 2. Эпидемические штаммы вируса гриппа в 2019–2020 гг.

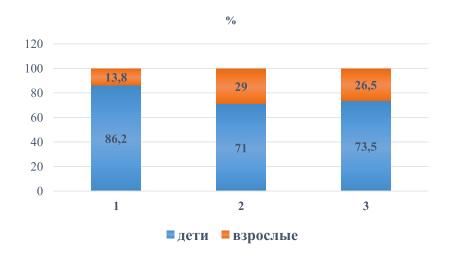


Рис. 3. Распределение по возрастам в 2018-2020 гг.

При анализе возрастной структуры наблюдаемых больных оказалось, что в 2018-2019 гг. в возрастной структуре заболеваемости гриппом были лица разных возрастных групп, но наибольший процент заболевших составили дети дошкольного возраста, от 1 до 5 лет (62,8%), и грипп A (H1N1) pdm09 регистрировался чаще у 24,4% заболевших, а А (H3N1) -21.3 % и B – 17 % случаев. Ни одного случая позитивного по гриппу у детей до первого года жизни не регистрировалось. Среди взрослых чаще позитивны по гриппу были лица 21-30 лет, с преимущественным превалированием гриппа A (H3N1) – 5,3 %, а у лиц старше 50 лет чаще встречался грипп A (H1 \hat{N} 1) pdm09 – 3,1%.

А за период с 2019 по 2020 г. среди наблюдаемых больных были лица всех возрастных групп, в том числе и дети первого года жизни -10%, 1-5 лет -30%, 5-10 лет -40%, у которых чаще регистрировался грипп A (H3N2). А грипп В диагностирован больше у взрослых, в основном у лиц 21-30 лет -52,8%, 31-40 лет -16,7%. Следует отметить, что у лиц старше 50 лет (10%) чаще встречался грипп A (H3N2).

Анализ клинической симптоматики гриппа в 2018–2019 гг. показал, что наиболее часто в первые сутки заболевания поступали больные младшей возрастной группы с подтипом A (H1N1) pdm 62,1% и A (H3N2) 60%, что, видимо, было обусловлено тяжестью состояния больного, реже на 3-5 сутки (37,9% и 40% соответственно). А при типе В чаще поступали на 3-5 сутки болезни 64,7%. В основном заболевание начиналось остро, с повышения температуры тела до высоких цифр. Температура тела повышалась у всех пациентов и у абсолютного большинства была выше 38,5 °C. При этом при гриппе A(H1N1) повышение температуры выше 39°C отмечалось чаще (72,4%), чем

при гриппе A (H3N1) и В (70,4%). Субфебрильная лихорадка чаще зарегистрирована при подтипе А (H3N2) у 35,5% больных. Катаральные симптомы сопровождались интоксикацией и отмечались у всех пациентов. Следует отметить высокую частоту сухого кашля (75,9%) и одышку (62,1%). У пациентов с гриппом А (H1N1) pdm09 отмечались инъекция сосудов склер (27,6%), судороги (17,2%). А такие симптомы, как миалгия (52,9%), рвота (44,1%), регистрировались у больных с диагнозом грипп В.

В анализируемой группе в 2019—2020 гг. гипертермическая лихорадка встречалась в 95% случаях при гриппе А (H3N2), а субфебрилитет больше был характерен для гриппа В — 53%. Со стороны респираторного тракта у абсолютного большинства больных были выявлены катаральные явления (сухой кашель в 94,4%, заложенность носа 90%, ринорея 90%, боль в горле 88,9%). Важно отметить, что при гриппе В отмечался диарейный синдром, у 16,7% больных боли в животе и у 13,9% жидкий стул. Одышка выявлена у 30% больных гриппом А (H3N1), у большинства из которых она наблюдалась с первых дней болезни.

При детальном анализе клинической симптоматики между гриппом А (H1N1) pdm09 и гриппом А(H3N1) за 2018–2019 гг. были выявлены следующие отличия: практически с одинаковой частотой 84–86% пациенты обоих типов гриппа А посту-

пали в первые 48 ч заболевания, что, повидимому, было связано с тяжестью состояния, а позже трех суток поступали больные старшей возрастной группы – 14% больных. У всех больных при обоих типах гриппа отмечались повышение температуры тела и наличие катарального синдрома, но при гриппе A(H1N1)pdm09 у всех больных температура тела была выше 39°С (100%), а при гриппе А(H3N1) повышение температуры тела до гипертермических цифр наблюдалось у 64,5% больных, у 35,5% больных отмечался субфебрилитет. Кашель был у всех пациентов с обоими типами гриппа А, но следует отметить, что сухой кашель в 93% отмечался больше при гриппе A (H3N1), а влажный кашель был характерен для гриппа A (H1N1) рdm09 у 24,5% больных. Практически в одинаковом процентном соотношении встречались одышка, ринорея, заложенность носа при обоих типах гриппа А. Инъекция сосудов склер 27,6%, увеличение миндалин 10,3% больше отмечалось при гриппе A (H1N1) pdm09. 45% миалгий из 31 больного встречались чаще при гриппе А(Н3), в два раза меньше миалгии были при гриппе A (H1N1) pdm09 - 20,7%. Сыпь мелкоточечная наблюдалась только при гриппе A (H1N1) pdm09 в 3,4% случаев. Рвота 44%, боли в животе 13% и жидкий стул 13% были более характерны для гриппа А (Н3N1) (рис. 4).

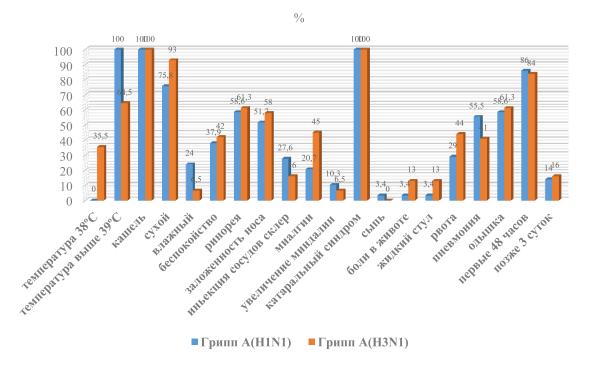


Рис. 4. Сравнительная диаграмма клинических симптомов гриппа А (H1N1) pdm09 и А (H3N1)

Развитие пневмонии и осложнений со стороны пазух носа было характерно у большей части больных гриппом A (H1N1) - 62,1%, а при гриппе B составило 37,9%.

лабораторных исследованиях в 2018-2019 гг. у пациентов в возрастной группе от 1 до 5 лет гриппа A (H1N1) pdm09 с рентгенологически подтвержденной пневмонией и патологией со стороны пазух носа в общем анализе крови мы получили следующие данные: анемия 30,8%, лейкопения 38,5%, тромбоцитопении 30.8%, лимфоцитоз 15.4%, нейтрофиллез 7,7%, СОЭ оставался в пределах нормы, что не исключает возможного течения вирусной пневмонии. При гриппе A (H1N1) pdm09 у больных в этой же возрастной группе без пневмонии регистрировалась только анемия. Лейкоцитарная формула была в пределах нормы.

При гриппе A (H3N1) с рентгенологически подтвержденной пневмонией и патологией со стороны пазух носа была зарегистрирована у каждого четвертого больного анемия 25%, лимфоцитоз 37,5% и лейкоцитоз 13%, а при гриппе А (H3N1) без пневмонии отмечался нейтрофиллез 33% и ускоренное СОЭ 8%, возможно, нейтрофиллез и ускоренное СОЭ в этой группе были связаны с сопутствующей бактериальной патологией придаточных пазух носа (рентгенологически подтвержденной).

Картина периферической крови у детей 1–5 лет с гриппом В имела следующие различия: при гриппе В с рентгенологически подтвержденной пневмонией и патологией со стороны пазух носа был характерен нейтрофиллез – 44%, лимфопения – 33%, лейкопениея – 22%, СОЭ в норме. Для гриппа В без пневмонии была характерна лейкопения – 62,5% и в меньшем количестве нейтрофиллез – 25%, анемия в обоих случаях наблюдалась практически с одинаковой частотой.

В эпидемиологический сезон 2019-2020 гг. в группе больных с диагнозом грипп A (H3N2) в основном были дети 1-5 лет - 80%. Картина периферической крови имела следующие отличия: у 40% больных детей отмечались лейкоцитоз с нейтрофиллезом, и у этих же больных рентгенологически подтверждена пневмония и патология со стороны пазух носа. Следует отметить, что у этих наблюдаемых больных была анемия. У остальных детей 40% периферическая кровь была в пределах нормы. Взрослая группа больных имела нормальный анализ крови, и лишь у одного больного отмечался лейкоцитоз с ускоренным СОЭ, связанный с сопутствующим заболеванием гнойной ангиной, а легкие, по данным рентгенографического исследования, были без изменений.

Основную группу больных с гриппом В составили взрослые 80,5%. Картина периферической крови была в пределах нормы. Лишь у 25% была тромбоцитопения, а у 19,4% больных лейкопения.

Лечение больных гриппом было стандартное и заключалось в проведении дезинтоксикационной и симптоматической терапии. 92,6% получали антибактериальную терапию, возможно из-за осложнений со стороны придаточных пазух носа, легких. И только 7,4% больных получали противовирусную терапию. Все наблюдаемые больные были выписаны домой с улучшением.

Заключение

- 1. В период с ноября 2018 по февраль 2019 г. структура гриппа была представлена наличием гриппа А (H1N1) рdm09, гриппа А (H3N1) и гриппа В. А с октября 2019 по февраль 2020 г. только двумя субтипами: гриппом А (H3N2) и гриппом В.
- 2. Среди госпитализированных больных с гриппом в эпидемическом периоде с 2018 по 2020 г. в основном были дети 80% (взрослые 20%), наиболее часто в первые сутки заболевания поступали больные младшей возрастной группы с подтипом А (H1N1) pdm 62,1% и А (H3N2) 60%, что, видимо, было обусловлено тяжестью состояния больных, а позже трех суток поступала старшая возрастная группа больных.
- 3. Необходимо отметить, при сравнительной оценке клинических симптомов гриппа повышение температуры тела и кашель наблюдались у всех больных в эпидемическом периоде с 2018 по 2020 г., но при гриппе А (H3N2) у большинства больных температура тела была выше 39°С (95%), а осложнения со стороны придаточных пазух носа и пневмонии чаще были характерны у большей части больных с гриппом А (H1N1) 62,1%.
- 4. В картине периферической крови у детей при всех типах гриппа в эпидемический период с 2018 по 2020 г. отмечались умеренный лейкоцитоз с нейтрофиллезом, анемия. У больных с рентгенологически подтвержденной патологией со стороны пазух носа и пневмонией были ускоренное СОЭ и выраженный нейтрофиллез. У большинства взрослой группы больных анализ крови был в норме.

Список литературы

1. Митрофанова Н.Н., Мельников В.Л., Юрина Н.В., Бурко П.А. Сравнительный анализ клинико-эпидемиоло-

- гических особенностей течения гриппа А (H1N1/2009) в период эпидемиологического подъема заболеваемости // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2010. № 3 (15). С. 74–85.
- 2. Департамент профилактики заболеваний и госсанэпиднадзора Министерства здравоохранения Кыргызской Республики. Ежемесячный бюллетень СЭСиЗН, 2018–2019. [Электронный ресурс]. URL: https://www.dgsen.kg (дата обращения: 31.03.2021).
- 3. Нурматов З.Ш. Рутинный и дозорный эпидемиологический надзор за гриппом и ОРВИ в Кыргызской Республике // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. 2013. № 3–1. С. 129–135
- 4. Карпова Л.С., Соминина А.А., Бурцева Е.И. и др. Сравнение эпидемий гриппа в России, вызванных пандемическим вирусом гриппа А (H1N1) pdm09 в период с 2009 по 2013 г.// Вопросы вирусологии. 2015. № 60 (3). С. 19–25.
- 5. Мамбетова М.К., Джолбунова З.К., Абдилатип кызы А., Равшанбек кызы А., Ерушкевич Д.С., Аманкулова Д.С. Клинико-эпидемиологическая характеристика острых респираторных вирусных инфекций у детей // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета, 2019. Т. 19. № 5. С. 39–42.
- 6. Насыров М.В., Бакиева К.К. Влияние глюкокортикоидов на функцию небных миндалин и периферический анализ крови // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 12–1. С. 51–55.

УДК 616-006.66

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ГЕПАТОЦЕЛЛЮЛЯРНОГО РАКА

¹Голоднов В.А., ^{1,2}Киселев Е.А., ²Киселева К.Е.

¹ГАУЗ СО «Свердловский областной онкологический диспансер», Екатеринбург, e-mail: cood@uralonco.ru; ²ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Екатеринбург

В последние годы заболеваемость первичным раком печени увеличивалась. Самым распространенным гистологическим типом первичного рака печени является гепатоцеллюлярный. Ведущими факторами риска являются НВV и НСV, алкогольный цирроз печени, жировая болезнь печени. В России в 2018 г. выявлено 3695 случаев злокачественных новообразований печени и внутрипечёночных желчных протоков у женщин и 5115 у мужчин, что составляет 4,69 на 100 тыс. населения и 7,51 на 100 тыс. населения соответственно. Проанализированы непосредственные и отдаленные результаты хирургического лечения гепатоцеллюлярного рака. В исследовании принимали участие 35 пациентов. Из них мужчин – 21, женщин – 14, минимальный возраст – 18 лет, максимальный – 71 год. Средний возраст составил 49,5 лет. Послеоперационные осложнения составили 40%. Из них чаще всего встречались абсцесс (14,29%), желчный свищ (14,29%), печеночная недостаточность (14,29%), перфорация язвы двенадцатиперстной кишки (14,29%). Послеоперационная летальность составила 8,57%. Причинами летальных исходов были печеночная недостаточность, полиорганная недостаточность, перфорация язвы двенадцатиперстной кишки. 1-летняя выживаемость составила 97%, 3-летняя выживаемость 59%, 5-летняя выживаемость 47%. Исследование показало, что оперативные вмешательства по поводу гепатоцеллюлярного рака при отработанной технике оперирования сопровождаются приемлемыми цифрами летальности и приемлемыми цифрами послеоперационных осложнений.

Ключевые слова: первичный рак печени, гепатоцеллюлярный рак, послеоперационные осложнения, отдаленная выживаемость, 5-летняя выживаемость

IMMEDIATE AND LONG-TERM RESULTS OF SURGICAL TREATMENT OF HEPATOCELLULAR CANCER

¹Golodnov V.A., ^{1,2}Kiselev E.A., ²Kiseleva K.E.

¹Sverdlovsk Regional Oncology Centre, Yekaterinburg, e-mail: cood@uralonco.ru; ²Ural State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Yekaterinburg

In recent years, the incidence of primary liver cancer has increased. The most common histological type of primary liver cancer is hepatocellular. The leading risk factors are HBV and HCV, alcoholic cirrhosis of the liver, and fatty liver disease. In Russia, in 2018, 3695 cases of malignant neoplasms of the liver and intrahepatic bile ducts were detected in women and 5115 in men, which is 4.69 per 100 thousand population and 7.51 per 100 thousand population, respectively. The immediate and long-term results of surgical treatment of hepatocellular cancer have been analyzed. The study involved 35 patients. Of these, 21 were men, 14 were women, the minimum age was 18 years, the maximum age was 71 years. The average age was 49.5 years. Postoperative complications accounted for 40%. Of these, abscess (14.29%), biliary fistula (14.29%), liver failure (14.29%), perforation of duodenal ulcer (14.29%) were most common. Postoperative mortality was 8.57%. The causes of death were hepatic failure, multiple organ failure, perforation of the duodenal ulcer. The 1-year survival rate was 97%, the 3-year survival rate was 59%, and the 5-year survival rate was 47%.

Keywords: primary liver cancer, hepatocellular cancer, postoperative complications, long-term survival, 5-year survival

В последние годы во всем мире заболеваемость первичным раком печени увеличивалась. Йесмотря на тенденцию к медленному снижению глобальных стандартизированных показателей заболеваемости раком печени с конца 1990-х гг., общее число случаев рака печени увеличивается из-за роста населения и изменения возрастной структуры. Также рост заболеваемости связан с высокой распространенностью инфекции HCV в когорте рожденных в период с 1945 по 1965 г., а также с прогрессирующим увеличением заболеваемости жировой болезнью печени [1]. Текущие оценки популяционного онкологического регистра показывают, что за последние 4 десятилетия заболеваемость ГЦР увеличилась почти в 4 раза (с 1,6 на 100 000 в 19751977 гг. до 4,8 на 100 000 в 2005–2007 гг.) и рост заболеваемости в будущем может продолжаться [2].

По данным МНИОИ им. П.А. Герцена за 2018 г. в России заболеваемость злокачественными новообразованиями печени и внутрипечёночных желчных протоков ежегодно увеличивается, среднегодовой темп прироста составляет 3,0%. В 2018 г. выявлено 3695 случаев злокачественных новообразований печени и внутрипечёночных желчных протоков у женщин и 5115 у мужчин, что составляет 4,69 на 100 тыс. населения и 7,51 на 100 тыс. населения соответственно. Заболеваемость в Свердловской области на 2018 составила 7,29 на 100 тыс. населения. Смертность в России на 2018 г. от злокачественных новообразований пече-

ни и внутрипеченочных желчных протоков составила 6,82 на 100 тыс. населения [3].

Среди первичного рака печени наиболее распространенным вариантом по гистологическому типу является гепатоцеллюлярный рак (более 80% случаев). Ведущими факторами риска являются HBV и HCV, алкогольный цирроз печени, жировая болезны печени

Цирроз печени связан с более чем 30-кратным увеличением риска развития ГЦР. Одна из причин этой взаимосвязи в том, что цирроз является общим путем, по которому другие факторы риска приводят к развитию ГЦК [2].

По оценкам, 257 млн чел. во всем мире имеют хроническую инфекцию HBV и 20 млн смертей в период с 2015 по 2030 г. будут связаны с острым гепатитом, хроническим гепатитом, циррозом и ГЦК, вызванными HBV, при этом 5 млн смертей только от гепатоцеллюлярного рака печени. Кроме того, по оценкам, 57 млн чел. имеют хроническую инфекцию HCV, из которых у 10–20% возникнут осложнения со стороны печени, включая декомпенсированный цирроз печени и ГЦР. В большинстве случаев гепатоцеллюлярный рак печени развивается вследствие затяжного хронического гепатита, у пациентов с циррозом печени вследствие хронической инфекции HBV или HCV ежегодная заболеваемость гепатоцеллюлярным раком печени составляет 2-5%. Вторым по частоте фактором развития ГЦР в США и Европе является алкогольный цирроз печени. Датское общенациональное популяционное исследование показало, что пятилетний кумулятивный риск ГЦР составлял 1,0% (среди всех граждан Дании с впервые госпитализированным диагнозом алкогольного цирроза с 1993 по 2005 г.). Однако абсолютный риск развития ГЦР у пациентов с алкогольным циррозом ниже, чем у пациентов с циррозом вследствие хронического вирусного гепатита [1].

Неалкогольная жировая болезнь печени – это заболевание, при котором избыток триглицеридов накапливается в клетках печени, вызывая стеатоз - явление, которое возникает при отсутствии чрезмерного употребления алкоголя. Поскольку почти во всех случаях выявляется инсулинорезистентность, считается, что НАЖБП он возникает как печеночное проявление метаболического синдрома, за последние два десятилетия распространенность НАЖБП увеличилась вдвое. Хотя механизм дополнительного повреждения печени не ясен, неалкогольный стеатогепатит вызывает повреждение клеток печени, воспаление и в ряде случаев фиброз, причем в дальнейшем у 10–20% пациентов развивается цирроз [2].

Средний возраст пациентов с впервые установленным диагнозом ГЦР составлял 55–59 лет в Китае и 63–65 лет в Европе и Северной Америке. В группах низкого риска самая высокая заболеваемость гепатоцеллюлярным раком печени наблюдается у лиц старше 75 лет. Пятилетний кумулятивный риск развития ГЦК у пациентов с циррозом печени колеблется от 5% до 30%, в зависимости от этиологии (самый высокий у людей с инфекцией НСV), региона или этнической принадлежности и стадии цирроза (наиболее высокий риск у лиц с декомпенсированным заболеванием) [4].

Общая выживаемость пациентов с ГЦР в мире существенно различается. Медиана выживаемости на Тайване и в Японии значительно выше, чем в странах Африки. Лучшие клинические исходы на Тайване и в Японии связаны с наличием в этих странах комплексных программ выявления взрослых, подверженных риску развития ГЦР, и их включение в регулярные программы эпидемиологического надзора за раком печени. Вследствие этого более 70% случаев ГЦР выявляются на ранних стадиях. Исходы ГЦР в Корее, Китае, Северной Америке, Европе отличаются, поскольку более 60% ГЦР выявляются на поздних стадиях [1].

Основным методом лечения является хирургический, по данным исследований резекция печени обеспечивает более высокую выживаемость, чем эмболизация или другое местное или системное лечение. Однако почти у 70% пациентов после резекции развивается рецидив ГЦР [1]. Сложность оперативного вмешательства состоит в высокой частоте пациентов с циррозом печени в данной группе, что увеличивает риск развития послеоперационных осложнений. У больных с циррозом печени послеоперационная летальность намного выше (12—14%), по сравнению с остальными группами пациентов (2—6%) [5].

Однолетняя выживаемость после оперативного вмешательства по данным разных исследований составляет 89,0–84,6% [6, 7], трехлетняя 60,2–64,3% [6, 8], пятилетняя выживаемость по данным разных авторов составляет 40–53,0 [7, 9].

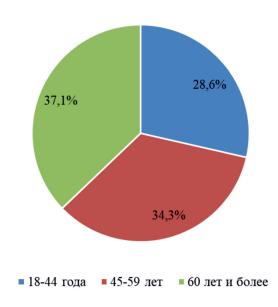
Цель исследования: провести аналитическую обработку непосредственных и отдаленных результатов оперативного лечения больных с гепатоцеллюлярным раком печени.

Материалы и методы исследования

Проведен анализ результатов лечения 35 пациентов с гепатоцеллюлярным раком

печени, которые были прооперированы с 2000 по 2019 г. в абдоминальном отделении ГАУЗ СО «Свердловский областной онкологический диспансер». Из которых мужчин — 21, женщин — 14, минимальный возраст — 18 лет, максимальный — 71 год. Возрастной состав больных гепатоцеллюлярным раком представлен на рис. 1.

Распределение по возрастным группам



Puc. 1. Возрастной состав больных гепатоцеллюлярным раком

В группу для аналитической обработки были включены все прооперированные больные гепатоцеллюлярным раком печени. В предоперационном периоде всем пациентам проводился стандартизованный диагностический набор лабораторных и диагностических исследований, включающих: УЗИ органов брюшной полости, спиральную компьютерную томографию с внутривенным болюсным усилением, анализ сыворотки крови на альфа-фетопротеин,

с гистологической верификацией диагноза. Радикальное оперативное вмешательство выполнено всей когорте пациентов. Объёмы оперативных вмешательств представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что наиболее распространенной операцией была правосторонняя гемигепатэктомия (37,14%). На втором месте сегментэктомия (22,86%), на третьем правосторонняя расширенная гемигепатэктомия (20,0%). Реже встречались левосторонняя гемигепатэктомия (8,57%) и атипичная резекция печени (11,43%).

Опухолевый процесс чаще всего регистрировался в правой доле печени у 28 больных (80% случаев). Поражение левой доли было у 7 пациентов (20% случаев).

Статистическая обработка полученных данных выполнялась с применением программ Microsoft Ecxel и Statistica 6.0. Построение кривых выживаемости проводилось по методу Каплана – Майера.

Непосредственные результаты

Осложнения в послеоперационном периоде возникли в 14 случаях (40%). Случаи послеоперационных осложнений представлены в табл. 2.

Как видно из таблицы, чаще всего встречались абсцесс (14,29%), желчный свищ (14,29%), печеночная недостаточность (14,29%), перфорация язвы двенадцатиперстной кишки (14,29%). Реже встреполиорганная чались недостаточность, панкреатит, послеоперационное кровотечение, желудочное кровотечение, желчный затек в ложе печени, некроз сегмента печени. Послеоперационные осложнения встречались после правосторонней, правосторонняя расширенная гемигепатэктомии, левосторонняя гемигепатэктомия. Случаи послеоперационных осложнений в зависимости от видов оперативного вмешательства представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что послеоперационные осложнения связаны с большим объёмом оперативного вмешательства.

Объёмы оперативных вмешательств

Таблица 1%

Оперативное вмешательство	Количество	%
Правосторонняя гемигепатэктомия	13	37,14
Правосторонняя расширенная гемигепатэктомия	7	20,0
Левосторонняя гемигепатэктомия	3	8,57
Сегментэктомия	8	22,86
Атипичная резекция	4	11,43
Beero	35	100,0

Таблица 2

Случаи послеоперационных осложнений

Осложнение	Количество	%
Послеоперационное кровотечение	1	7,14
Желудочное кровотечение	1	7,14
Перфорация язвы двенадцатиперстной кишки	2	14,29
Абсцесс	2	14,29
Желчный свищ	2	14,29
Печеночная недостаточность	2	14,29
Полиорганная недостаточность	1	7,14
Панкреатит	1	7,14
Желчный затек в ложе печени	1	7,14
Некроз сегмента печени	1	7,14
Всего	14	100,00

 Таблица 3

 Случаи послеоперационных осложнений в зависимости от объема оперативного пособия

Оперативное вмешательство	Количество оператив-	Количество послеопера-	% от оперативно-
	ных вмешательств	ционных осложнений	го вмешательства
Правосторонняя гемигепатэктомия	13	7	53,85
Правосторонняя расширенная ге-	7	5	71,43
мигепатэктомия			
Левосторонняя гемигепатэктомия	3	2	66,67



Рис. 2. Выживаемость в отдаленном сроке пациентов с ГЦР

Летальность в ближайшем послеоперационном периоде составила 8,57%. Два летальных исхода зарегистрировано после

правосторонней гемигепатэктомии и один случай после правосторонней гемигепатэктомии. Печеночная недостаточность, по-

лиорганная недостаточность и перфорация язвы ДПК являлись основными причинами послеоперационной летальности.

Отдаленные результаты лечения злокачественных новообразований печени

Отдаленные результаты лечения отслежены у 27 пациентов. Выживаемость в отдаленном сроке пациентов с ГЦР представлена на рис. 2.

Из графика на рис. 2 следует, что однолетняя выживаемость составила 97%, трехлетняя выживаемость 59%, пятилетняя выживаемость 47%.

Выводы

- 1. Приемлемые цифры летальности и послеоперационных осложнений после оперативного лечения гепатоцеллюлярного рака обусловлены отработанной техникой оперативного пособия.
- 2. Отдаленные результаты оперативного лечения злокачественных новообразований печени в Свердловском областном онкологическом диспансере сопоставимы с результатами ведущих онкологических клиник.

Список литературы

1. Yang J.D., Hainaut P., Gores G.J., Amadou A., Plymoth A., Roberts L.R. A global view of hepatocellular carcinoma:

- trends, risk, prevention and management. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2019. Vol. 16. № 10. P. 589–604.
- 2. Massarweh N.N., El-Serag H.B. Epidemiology of Hepatocellular Carcinoma and Intrahepatic Cholangiocarcinoma. Cancer Control. 2017. Vol. 24. № 3. P. 61–68.
- 3. Каприн А.Д., Петрова Г.В., Старинский В.В. Злокачественные новообразования в России в 2018 г. (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2019. С. 18—29
- 4. El-Serag H.B. Epidemiology of viral hepatitis and hepatocellular carcinoma. Gastroenterology. 2012. Vol. 142. № 6. P. 1264–1273.
- Базин И.С. Гепатоцеллюлярный рак современное состояние проблемы // Практическая онкология. 2008. Т. 9. № 4. С. 228.
- 6. Zhou L., Liu C., Meng F.D., Qu K., Tian F., Tai M.H., Wei J.C., Wang R.T. Long-term prognosis in hepatocellular carcinoma patients after hepatectomy. Asian Pac J Cancer Prev. 2012. Vol. 13. № 2. P. 483–486.
- 7. Liu W., Wang K., Bao Q., Sun Y., Xing B.C. Hepatic resection provided long-term survival for patients with intermediate and advanced-stage resectable hepatocellular carcinoma. World. J. Surg. Oncol. 2016. Vol. 14. Article 62. P. 53–59.
- 8. Zhong J.H., Ke Y., Gong W.F., Xiang B.D., Ma L., Ye X.P., Peng T., Xie G.S., Li L.Q. Hepatic resection associated with good survival for selected patients with intermediate and advanced-stage hepatocellular carcinoma. Ann Surg. 2014. Vol. 260. № 2. P. 329–340.
- 9. Andreou A., Vauthey J.N., Cherqui D., Zimmitti G., Ribero D., Truty M.J., Wei S. H., Curley S.A., Laurent A., Poon R.T., Belghiti J., Nagorney D.M., Aloia T.A. International Cooperative Study Group on Hepatocellular Carcinoma. Improved long-term survival after major resection for hepatocellular carcinoma: a multicenter analysis based on a new definition of major hepatectomy. J. Gastrointest. Surg. 2013. Vol. 17. № 1. P. 66–77.

УДК 612.392.69

ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КАЛЬЦИЕМ И МАГНИЕМ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ГОРОДА УЛАН-УДЭ НА ОСНОВЕ ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

Гомбоева Н.Б.

ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Улан-Удэ, e-mail: natalyagom@yandex.ru

Кальций и магний относятся к макроэлементам, необходимым для жизнедеятельности и формирования растущего организма ребенка. Потребности ребенка в кальции и магнии обеспечиваются при оптимальном содержании их в рационе питания. Цель исследования – оценить алиментарное обеспечение кальцием и магнием детей и подростков 1 и 2 групп здоровья и определить содержание кальция и магния в сыворотке крови. Проведено исследование у 60 детей и подростков в возрасте от 10 до 17 лет 1 и 2 групп здоровья г. Улан-Удэ, не имеющих хронических заболеваний, в мае 2020 г. Подсчитывали среднесуточное и недельное поступление магния и кальция с продуктами питания на основе оценки недельного рациона детей в домашних условиях, так как дети и подростки не посещали школу и не имели возможности получения питания в иных местах в период проведения карантинных мероприятий, связанных с пандемией COVID-19. При анализе фактического питания детей и подростков оказалось недостаточным в сравнении с рекомендованным потребление продуктов, содержащих магний и кальций: круп, орехов, молочных продуктов, овощей, включая зеленолистные растения, фруктов, рыбы. Доля детей с недостаточным потреблением кальция и магния с продуктами питания составила 67,0%. Даже при потреблении количества молочных продуктов в сутки согласно рекомендованным нормам 33% детей потребляли кальций в количестве 947,0 + 36,0 мг, более половины детей - 53% - потребляли кальция 823,5+25,6 мг в сутки, у 13% детей суточное потребление кальция составило лишь 460 мг +14,0 мг вместо рекомендованных 1200 мг. Рацион детей был обедненным по продуктам, содержащим магний. При этом не выявлено ни у одного ребенка снижения содержания кальция и магния в сыворотке крови, так как для поддержания постоянства уровня кальция и магния в крови за счет механизмов регуляции осуществляется переход из иных органов и систем. У 12% исследуемых уровень магния и у 15% – уровень кальция, оказался выше референтных значений. Превышение референтных значений кальция у 15% подростков может свидетельствовать о дисфункции эндокринной системы, магния у 12% – о наличии напряженности организма, вероятных стрессовых ситуациях. Алиментарное обеспечение кальцием и магнием детей и подростков является недостаточным. Полученные данные свидетельствуют о необходимости увеличения в рационе детей молока и молочных продуктов, а также продуктов, богатых магнием, согласно рекомендуемым нормам питания. При высоком риске дефицита кальция и магния, имеющих серьезные метаболические последствия для растущего организма, осуществлять профилактическое назначение препаратов кальция и магния.

Ключевые слова: дети и подростки, магний, кальций, обеспеченность, оптимальное питание, молоко

ASSESSMENT OF THE PROVISION OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN CHILDREN AND ADOLESCENTS IN ULAN-UDE BASED ON ACTUAL NUTRITION

Gomboeva N.B.

Buryat State University named after Dorzhi Banzarov of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ulan-Ude, e-mail: natalyagom@yandex.ru

Calcium and magnesium are macronutrients necessary for the vital activity and formation of a growing child's body. The child's needs for calcium and magnesium are met with their optimal content in the diet. The aim of the study was to assess the alimentary provision of calcium and magnesium in children and adolescents of the 1st and 2nd health groups and to determine the content of calcium and magnesium in the blood serum. A study was carried out in 60 children and adolescents aged 10 to 17 years of 1 and 2 health groups in Ulan-Ude, who do not have chronic diseases, in May 2020. The average daily and weekly intake of magnesium and calcium with food was calculated based on an assessment of the weekly diet of children at home, since children and adolescents did not attend school and did not have the opportunity to receive food elsewhere during the quarantine measures associated with the COVID-19 pandemic. ... When analyzing the actual nutrition of children and adolescents, the consumption of foods containing magnesium and calcium turned out to be insufficient in comparison with the recommended ones: cereals, nuts, dairy products, vegetables, including leafy plants, fruits, fish. The share of children with insufficient intake of calcium and magnesium with food was 67.0%. Even when consuming the amount of dairy products per day according to the recommended 33% of children consumed calcium in the amount of 947.0 + 36.0 mg, more than half of children – 53% – consumed calcium 823.5 + 25.6 mg per day, in 13% of children the daily calcium intake was only 460 mg + 14.0 mg instead of the recommended 1200 mg. The children's diet was depleted in foods containing magnesium. At the same time, not a single child was found to have a decrease in the content of calcium and magnesium in the blood serum, since the transition from other organs and systems is carried out to maintain the constancy of the level of calcium and magnesium in the blood due to regulation mechanisms. In 12% of the subjects, the level of magnesium and in 15% - the level of calcium, was higher than the reference values. An excess of the reference values of calcium in 15% of adolescents may indicate dysfunction of the endocrine system, magnesium in 12% – about the presence of tension in the body, probable stressful situations. Alimentary provision of calcium and magnesium for children and adolescents is insufficient. The data obtained indicate the need to increase milk and dairy products in the diet of children, as well as foods rich in magnesium, according to the recommended nutritional standards. With a high risk of calcium and magnesium deficiency, which have serious metabolic consequences for a growing body, take prophylactic calcium and magnesium preparations

Keywords: children and adolescents, magnesium, calcium, security, optimal nutrition, milk

Оптимальная обеспеченность и подростков необходимыми нутриентами является одним из главных факторов, определяющих формирование здоровья, физическое и нервно-психическое развитие. Важными составляющими рациона питания детей являются витамины и минеральные вещества. Одним из основных минералов, играющих важную роль в формировании и поддержании структуры костной ткани, является кальций. Известно более 2000 кальций-зависимых ферментов, участвующих в регуляции гемостаза, передаче нервных импульсов, внутриклеточном обмене [1]. Установлено, что недостаточное потребление кальция в детском возрасте может приводить к уменьшению пиковой массы костей на 5-10%, что в свою очередь увеличивает частоту переломов шейки бедра в зрелом возрасте на 50% [2]. Магний участвует во многих физиологических процессах, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма: в синтезе ферментов и их активации, регулировании функции клеточной мембраны, в сокращении и расслаблении мышц, синтезе и катаболизме белка, обмене нуклеиновых кислот и липидов, митохондрий) [3, 4]. Потребности растущего организма ребенка в кальции и магнии обеспечиваются при оптимальном содержании их в рационе питания [5]. По данным Росстата, поступление кальция в возрасте 3–13 лет составляет 838,3 мг в сутки, в более старшем возрасте, с 14 лет, уровень потребления снижается и составляет 780,5 мг в сутки, что ниже рекомендуемых норм [6]. Постоянный дефицит поступления кальция становится причиной начального периода остеопороза в подростковом возрасте. Эпидемиологические исследования Л.А. Щеплягиной и соавт. (2002 г.) продемонстрировали наличие остеопении (снижения показателей костной массы) у 7-42% детей в возрасте 5-16 лет [7]. Дефицит магния в питании повышает риск развития артериальной гипертензии, избыточной массы. Низкие сывороточные уровни магния связаны с ожирением и резистентностью к инсулину у детей. [8]. Сведения о распространенности дефицита магния разнятся в зависимости от критериев диагностики, методологии лабораторных исследований и, по различным данным, варьируют в пределах от 14 до 60% [9]. При наличии клинических симптомов дефицита магния у 86% исследованных детей и подтвержденных специальной шкалой для оценки дефицита магния у детей снижение магния в сыворотке крови отмечалось лишь у 25,6% детей [10]. Особенно важной является достаточность поступления каль-

ция и магния в период наиболее интенсивного роста и развития детей и подростков, в пре- и пубертатном возрасте, когда происходит повышение плотности костной массы, увеличение мышечной массы, перестройка функционирования эндокринной системы, связанное с половым созреванием, возникновение частых стрессовых ситуаций при возрастании психических, умственных и физических нагрузок. Стресс сопровождается выведением магния из клеток за счет выброса гормонов норадреналина и адреналина и потери его с мочой, и при этом значимо повышается уровень магния в крови [11–13].

Цель исследования: оценка обеспеченности кальцием и магнием детей и подростков г. Улан-Удэ на основе фактического питания.

Материалы и методы исследования

Дизайн исследования: нерандомизированное поперечное (одномоментное) неконтролируемое исследование.

Критерии включения:

Все обследованные проживают в г. Улан-Удэ.

Возраст участников составлял 10–17 лет. Продолжительность исследования:

Период с 22 мая 2020 по 29 мая 2020 г.

Условия проведения:

Исследуемые относились к 1 и 2 группам здоровья по результатам профилактических осмотров несовершеннолетних в 2019 г.

Предоставление родителями детей и подростками информации и ответов на анкету о недельном рационе питания с указанием количества молочных продуктов.

Наличие информированного добровольного согласия родителей детей в возрасте от 10 до 15 лет и информированного добровольного согласия подростков старше 15 лет на проведение исследования.

Этическая экспертиза

Проведение исследования одобрено Этическим комитетом Медицинского института ФГБОУ ВО «БГУ им. Доржи Банзарова» (протокол № 1 от 18.03.2020).

Исследование проводилось у 60 детей и подростков в возрасте от 10 до 17 лет.

Оценку фактического питания детей в домашних условиях проводили на основании изучения недельного рациона питания детей с указанием точного количества молочных продуктов родителями детей в возрасте от 10 до 15 лет, подростками — в возрасте 15–17 лет. Потребление кальция оценивали по формуле: кальций молочных продуктов (мг) + 350 мг [14].

Исследования были выполнены на автоматическом биохимическом анализаторе AU680 (Beckman Coulter, CША) реагента-

ми производства Весктап Coulter. Магний определяли спектрофотометрическим методом с ксилидиновым синим (референтные значения 0,7—0,91 ммоль/л), кальций—спектрофотометрически с кальций-арсеназо III (референтные значения 2,1—2,55 ммоль/л). Забор крови осуществлен из локтевой вены в количестве 3 мл с 08.00 до 10.00, строго натощак.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы STATISTICA 10.0. Для оценки межгрупповых различий при анализе количественных параметрических данных использовали t-критерий Стьюдента, для непараметрических данных — критерий Фишера и критерий U Манна — Уитни. Различия считались статистически значимыми при р < 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка обеспеченности кальцием и магнием проведена у 60 детей в возрасте от 10 до 17 лет, из них мальчиков — 18, девочек — 42 (средний возраст — 12.9 ± 0.7 лет). Содержание магния в сыворотке крови у детей представлено в табл. 1. Ни у одного из детей не выявлено значений ниже референтного интервала, у 7 детей (12%) уровень магния оказался выше референтного интервала 0.91 мм/л: у 22% мальчиков, у 12% девочек.

Группа обследованных	Содержание магния в сыворотке крови
Мальчики (n = 18)	$0.87 \pm 0.06 [0.76 - 0.91]$
Девочки (n = 42)	$0.88 \pm 0.03 [0.81 - 0.97]$
Все исследуемые (n = 60)	$0.88 \pm 0.04 [0.76 - 0.97]$

 Π р и м е ч а н и е . *В квадратных скобках даны пределы колебаний.

Необходимо отметить, что уровень магния в сыворотке крови составляет менее 1% содержания в организме и не всегда может отражать имеющийся дефицит магния в организме [8]. Для поддержания постоянства уровня магния в крови за счет механизмов регуляции магний переходит из костей и мышц [10]. Повышение магния в сыворотке крови у 12% исследуемых может свидетельствовать о высоком уровне стресса [11]. Понятие «дефицит магния в организме» не тождественно понятию «гипомагниемия», повсеместно распространенная лабораторная диагностика уровня магния в сыворотке крови может

не полностью отражать реальное его содержание в организме [15].

Содержание кальция в сыворотке крови у детей и подростков представлено в табл. 2. Ни у одного из детей и подростков не выявлено значений ниже референтного интервала, у 9 детей (15%) уровень кальция оказался выше референтного интервала 2,55 мм/л: у мальчиков – в 11%, у девочек – в 17%. Повышение содержания кальция может быть связано с усилением секреции паратиреоидного гормона [2]. Не обнаружено различия в содержании кальция у девочек и мальчиков.

Таблица 2 Содержание кальция в сыворотке крови $(\text{ммоль/л}) (M \pm \text{SD})$

Группа обследованных	Содержание кальция в сыворотке крови (ммоль/л)
Мальчики (n = 18)	2,51 ± 0,20 [2,31–2,64]
Девочки (n = 42)	2,42 ± 0,19 [2,31–2,61]
Все исследуемые (n = 60)	2,49 ± 0,16 [2,32–2,64]

Примечание. *В квадратных скобках даны пределы колебаний.

Учитывая, что в организме при тенденции к снижению уровня кальция в крови происходит резорбция кальция из костной ткани для поддержания постоянства гомеостаза, содержание кальция в сыворотке крови, скорее, не отражает дефицит его поступления [16].

Для оценки адекватности поступления магния и кальция проводилась оценка недельного рациона детей и подростков с указанием частоты потребления и количества продукта в сравнении с рекомендуемыми [16]. Физиологическая потребность в кальции для детей и подростков с 10 лет составляет 1200 мг в сутки. Основным источником кальция являются молочные продукты, рекомендуемые суточные нормы потребления молока – 300 мл, кефира или иных кисломолочных продуктов — $\bar{1}5\bar{0}$ мл, творога – 50 г, сыра и сметаны по 10 г, сливочного масса – 30 г. [16]. Физиологическая потребность в магнии, поступающем с продуктами питания, для детей и подростков в возрасте 10-11 лет составляет 300 мг в сутки, для подростков 14–17 лет – 400 мг в сутки [17]. Источником магния являются крупы гречневая, овсяная, орехи, зелень, фасоль, сыры, морская рыба, фрукты, молочные продукты. Около 10% магния поступает в организм с водой, среднее содержание которой в р. Селенга, из которой осуществляется водозабор для жителей г. Улан-Удэ, составляет 3,1 мг/л.

При анализе фактического питания детей и подростков (табл. 3, 4) оказалось недостаточным в сравнении с рекомендованным [17] потребление круп, молочных продуктов, овощей и фруктов.

При анализе фактического питания недостаточным является потребление продуктов, с наиболее богатым содержанием магния: орехов, лиственных овощей, хлеба с отрубями. В недельном рационе всех детей отсутствовали, такие продукты, как фасоль, отмечено крайне редкое потребление орехов, ежедневно в рационе зеленые овощи присутствовали лишь у 35% детей, что свидетельствует о недостаточном поступлении с продуктами питания. Рацион детей обеднен по продуктам, содержащим магний.

При оценке фактического питания родители детей и подростки с 15 лет в течение недели указывали частоту и количество потребляемого молочного продукта в стаканах и ложках, которые были переведены в граммы согласно рекомендациям [15].

Для расчета среднесуточного потребления фактически потребленный объем молочных продуктов за неделю был разделен на количество дней в неделю, что за сутки составило: молока — $121,0 \pm 76,0$ мл, кисломолочных продук-

тов $-65,6 \pm 24,7$ мл, сыра $-4,3 \pm 3,7$ г, творога $-14,6 \pm 13,4$ г.

Не все дети ежедневно потребляют молоко и молочные продукты, только 33% детей принимали рекомендуемый объем потребления молочных продуктов, 53% — потребляли половину рекомендуемого объема, а 13% детей и подростков принимали молоко только с чаем или совсем не употребляли молочные продукты, что согласуется с данными Росстата [6].

При расчете потребляемого с молочными продуктами кальция исходили из среднего содержания: в 100 г молока — 120 мг кальция, 100 мл кисломолочного продукта — 120 мг, в 100 г творога — 95 мг, в 10 г. сыра — 100 мг, в 100 г сметаны — 90 мг.

Согласно расчетам по данным фактического питания за неделю у 20 детей (33%) при потреблении рекомендуемого объема молочных продуктов потребление кальция составило $947 \pm 36,0$ мг, 32 ребенка (53%) потребляли половину рекомендуемого суточного объема молочных продуктов, при этом потребление кальция составило $823,5 \pm 25,6$ мг в сутки, 8 детей потребляли молоко только с чаем, в рационе из молочных продуктов был только сыр 1 или 2 раза в неделю, суточное потребление кальция составило 460 мг $\pm 14,0$ мг.

 Таблица 3

 Частота потребления продуктов, содержащих магний

Пищевые продукты		Частота потребления %			
	Ежедневно	3 раза в неделю	Несколько раз в месяц	Никогда или крайне редко	
Крупы (гречневая, овсяная)	5%	77%	11%	7%	
Орехи	0%	11 %	67%	22%	
Овощи, зелень	35%	37%	20%	8%	
Хлеб с отрубями	10%	8%	35%	47%	
Фрукты	80%	10%	10%	0%	

Таблица 4 Частота потребления молочных продуктов

Пищевые продукты	Частота потребления			
	Ежедневно рекомендуемая порция	Ежедневно половина от рекомендуемой порции	3 раза в неделю	Никогда или крайне редко
Молоко	30%	18%	35%	13%
Кисломолочные продукты или йогурт	27%	12%	35%	27%
Сыр	23%	12%	45%	20%
Творог	10%	8%	40%	42%
Сливочное масло	23%	27%	35%	15%

	Таблица 5
Потребление детьми молока и молочных продуктов (в сутки)	

	N = 20 детей	N = 32 детей	N = 8 детей
Молоко, мл	$246,0 \pm 55,0$	$121,0 \pm 39,0$	$10,0 \pm 12,0$
Кисломолочные продукты, мл	$90,0 \pm 60,0$	$50,0 \pm 20,0$	0
Сыр, г	$16,7 \pm 5,0$	$10,0 \pm 2,7$	$15,0 \pm 4,5$
Творог, г	$32,0 \pm 18,0$	$21,0 \pm 7,0$	0
Сливочное масло, г	$5,0 \pm 2,5$	$3,0 \pm 2,3$	$3,0 \pm 2,3$

Доля детей с недостаточным потреблением кальция составила 67.0%. Даже при потреблении рекомендуемого количества молочных продуктов в сутки у 23% обследованных потребление кальция было ниже рекомендуемого и составило 947.0 ± 36.0 мг. Недостаток молочных продуктов в ежедневном рационе питания детей неизбежно ведет к дефициту кальция, способствует постепенному развитию обменных нарушений [18, 19].

Таким образом, несмотря на достаточное содержание кальция и магния в сыворотке крови у исследуемых, 67% детей и подростков не получают кальций и магний с продуктами питания в достаточном количестве. При общем дефиците в организме магний и кальций высвобождаются из костей, предотвращая снижение сывороточной концентрации, что неизбежно приведет к возникновению их дефицита в организме.

Превышение референтных значений кальция у 15% подростков может свидетельствовать о дисфункции эндокринной системы, магния у 12% — о наличии напряженности организма, вероятных стрессовых ситуациях.

Заключение

Результаты обследования рациона питания детей и подростков г. Улан-Удэ показали, что питание 67% детей и подростков не соответствует рекомендуемым нормам, что неизбежно приведёт к дефициту кальция и магния, имеющему серьезные метаболические последствия. При исследовании среди здоровых детей и подростков не выявлено снижения содержания кальция и магния в сыворотке крови при имеющемся дефиците их поступления с продуктами питания, у 12% детей уровень магния, а кальция – у 15%, оказался выше референтных значений, что требует дополнительного исследования. При постоянном дефиците поступления кальция с продуктами питания у детей происходит резорбция кальция из костной ткани для поддержания постоянства гомеостаза, магния – из костной ткани, мышц, соединительной ткани, что способствует поздней диагностике дефицитных состояний и задержке мероприятий по их коррекции.

Алиментарное обеспечение кальцием и магнием детей и подростков является недостаточным. Полученные данные свидетельствуют о необходимости увеличении в рационе детей молока и молочных продуктов, а также продуктов, богатых магнием, согласно рекомендуемым нормам питания. При высоком риске дефицита кальция и магния, имеющих серьезные метаболические последствия для растущего организма, осуществлять профилактическое назначение препаратов кальция и магния.

Ограничение исследования

Исследование проведено на относительно малой выборке популяции детей и подростков.

Для более точной оценки дефицита кальция и магния требуется исследование в форменных элементах, суточной моче, волосах, определение ионизированного кальция в сыворотке крови.

Список литературы

- 1. Громова О.А., Торшин И.Ю., Гоголева И.В., Гришина Т.Р., Керимкулова Н.В. Органические соли кальция: перспективы использования в клинической практике // Русский медицинский журнал. № 28 от 30.10.2012. С. 1407.
- 2. Matkovic V., Fontana D., Tominac C. et al. Factors that influence peak bone mass formation: a study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. Am. J. Clin. Nutr. 1990. Vol. 52. No. 5. P. 878–888.
- 3. Swaminathan R. Magnesium Metabolism and its Disorders. Clin. Biochem. Rev. 2003. Vol. 24 (2). P. 47–66.
- 4. Saris N.E., Mervaala E., Karppanen H., Khawaja J.A., Lewenstam A. Magnesium. An update on physiological, clinical and analytical aspects. Clin. Chim. Acta. 2000. Vol. 294. P. 1–26.
- 5. Батурин А.К., Погожева А.В., Сазонова О.В. Основы здорового питания: образовательная программа для студентов медицинских вузов и врачей Центров здоровья: методическое пособие. Минзравсоцразвития РФ, ГОУ ВПО «Сам-ГМУ». М.: ИПК Право, 2011. С. 80.
- 6. Лайкам К.Э. Государственная система наблюдения за состоянием питания населения. М.: Федеральная служба государственной статистики, 2014. [Электронный ресурс]. URL: free_doc/new_site/rosstat/smi/food_1-06_2.pdf (дата обращения 19.03.2021).

- 7. Щеплягина Л.А., Моисеева Т.Ю. Кальций и развитие кости // Российский педиатрический журнал. 2002. № 1. С. 34–36.
- 8. Громова О.А. Дефицит магния как проблема современного питания детей и подростков // Педиатрическая фармакология. 2014. № 1. С. 20–30.
- 9. Celik N., Andiran N., Yilmaz A.E. The relationship between serum magnesium levels with childhood obesity and insulin resistance:a review of the literature. J. Pediatr. Endocrinol. Metab. 2011. № 24 (9–10): 675. P. 8.
- 10. Шанова О.В., Метелкина Т.А., Фролова Т.В. Оценка дефицита магния у детей и подростков // Амурский медицинский журнал. 2020. № 2 (30). С. 27–30.
- 11. Громова О.А., Торшин И.Ю., Гришина Т.Р., Федотова Л.Э. Дефицит магния как проблема стресса и дезадаптации у детей // РМЖ. 2012. № 16. С. 813.
- 12. Sendowski I. Magnesium therapy in acoustic trauma, Magnesium Research. 2006. № 19 (4). P. 244–254.
- 13. Громова О.А., Калачева А.Г., Торшин И.Ю., Грустливая У.Е., Прозорова Н.В., Егорова Е.Ю., Гришина Т.Р., Суханова Т.Ю., Белинская А.Ю. О диагностике дефицита магния. Ч. 1. Архивъ внутренней медицины. 2014. № 2 (16). С 5–10
- 14. МР 2967-84. Методические рекомендации по вопросам изучения фактического питания и состояния здоро-

- вья населения в связи с характером питания / МЗ СССР. М., 1984. 43 с. [Электронный ресурс]. URL: http://rdocs3.kodeks.ru/document/675400259 (дата обращения 19.03.2021).
- 15. Каркашадзе Г.А., Намазова-Баранова Л.С., Мамедьяров А.М., Константиниди Т.А., Сергиенко Н.С. Дефицит магния в детской неврологии: что нужно знать педиатру? // Вопросы современной педиатрии. 2014. № 13 (5). С. 17–25.
- 16. Волкова Л.Ю. Алиментарные факторы формирования костной ткани у детей и подростков. Пути профилактики возможных нарушений // Вопросы современной педиатрии. 2015. № 1. С. 124–131.
- 17. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 23.07.2008 № 45 «Об утверждении СанПиН 2.4.5.2409-08» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/12161898/ (дата обращения 19.03.2021).
- 18. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Рисник Д.В., Никитюк Д.Б., Тутельян В.А. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы // Вопр. питания. 2017. Т. 86. № 4. С. 113–124.
- 19. Стенникова О.В. Профилактика дефицитных по витаминам и минеральным веществам состояний у детей // Вопросы современной педиатрии. 2012. № 1. С. 56–58.

УДК 615

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЛЕКАРСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ МНОГОПРОФИЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Григорьева И.А., Эдилов Р.У.

ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия», Владикавказ, e-mail: grigirina31@mail.ru

Стационарная медицинская помощь является наиболее дорогим и ресурсоёмким видом медицинской помощи. В связи с тенденцией последних лет к рационализации расходов, в том числе в системе здравоохранения, особенно важно оценить основные показатели деятельности и рассмотреть возможности сокращения расходов. С этой целью целесообразно провести анализ состояния лекарственного обеспечения пациентов в многопрофильных стационарах. Статья посвящена анализу лекарственного обеспечения пациентов и исследованию факторов, определяющих особенности лекарственного обеспечения медицинских организаций Республики Северная Осетия – Алания, при оказании медицинской помощи в стационарных условиях. Были исследованы особенности медико-демографической обстановки и динамики заболеваемости населения. Проанализированы структура и объем потребления лекарственных препаратов в многопрофильной больнице Северо-Осетинской государственной медицинской академии, выбранной в качестве базовой медицинской организации. Использованы методы контент-анализа, исторического анализа и документального наблюдения, выполнялся общепринятый литературный обзор современных направлений реформирования системы здравоохранения Российской Федерации. На втором этапе были использованы методы документального наблюдения, структурно-сравнительного маркетинга ассортимента лекарственных препаратов, графического анализа и социологического опроса. На третьем этапе использованы системный подход, логический и статистический анализы, методы анализа иерархий, проектирования систем управления и экспертных оценок. Обобщены результаты функционирования формулярной системы лекарственного обеспечения в базовой многопрофильной медицинской организации. Также проведено социологическое исследование пациентов.

Ключевые слова: рациональный фармацевтический менеджмент, структурно-логическая схема, контент-анализ, социологический опрос, документальное наблюдение

DEVELOPMENT OF A STRUCTURAL-LOGICSCHEMES OF STUDIES TO IMPROVE DRUG SUPPLY PATIENTS MULTIDISCIPLINARY MEDICAL ORGANIZATIONS

Grigoreva I.A., Edilov R.U.

North Ossetian Medical Academy, Vladikavkaz, e-mail: grigirina31@mail.ru

Inpatient care is the most expensive and resource-intensive type of medical care. In view of the trend of expenditure rationalization in recent years, including in the health sector, it is particularly important to assess key performance indicators and consider ways to reduce costs. With this purpose it is expedient to analyze the condition of medicinal maintenance of patients in a multidisciplinary hospital. The article is devoted to the analysis of drug supply of patients and the study of factors determining the peculiarities of drug supply of medical organizations of the Republic of North Ossetia-Alania, in the provision of health care in hospital conditions. The peculiarities of the medical and demographic situation and the dynamics of the population morbidity were studied. The structure and volume of drug consumption in the multidisciplinary hospital of the North Ossetian state medical Academy, selected as a basic medical organization, are analyzed. The methods of content analysis, historical analysis and documentary observation are used, the generally accepted literary review of modern directions of reforming of system of health care of the Russian Federation is carried out. At the second stage, the methods of documentary observation, structural and comparative marketing of the range of medicines, graphical analysis and sociological survey were used. The third stage used a systematic approach, logical and statistical analyses, methods of analysis of hierarchies, design of control systems and expert assessments. The results of the functioning of the formula system of drug supply in the basic multidisciplinary medical organization are summarized. A sociological study of patients was also conducted.

Keywords: rational pharmaceutical management, structural and logical scheme, content analysis, sociological survey, documentary observation

В нынешних стеснённых экономических условиях основной задачей здравоохранения является оказание качественной и доступной медицинской помощи населению. Статья посвящена анализу лекарственного обеспечения пациентов и исследованию факторов, определяющих особенности лекарственного обеспечения

медицинских организаций Республики Северная Осетия — Алания, при оказании медицинской помощи в стационарных условиях. Были исследованы особенности медико-демографической обстановки и динамики заболеваемости населения. Проанализированы структура и объем потребления лекарственных препаратов

в многопрофильной больнице Северо-Осетинской государственной медицинской академии, выбранной в качестве базовой медицинской организации. Использованы методы контент-анализа, исторического анализа и документального наблюдения, выполнялся общепринятый литературный обзор современных направлений реформирования системы здравоохранения Российской Федерации.

В целях разработки научно обоснованных подходов к совершенствованию ЛО многопрофильных МО на основе принципов рационального фармацевтического менеджмента нами разработан алгоритм проведения исследований, базирующийся на поставленных задачах, сопряженных единой логикой, при которой результаты, полученные на первом этапе, являются основой для выполнения исследований на следующих этапах работы.

Структурно-логическая схема наших исследований по совершенствованию ЛО пациентов на базе многопрофильных МО РСО-Алания, состоящая из трех этапов, приведена на рисунке.

Материалы и методы исследования

На первом этапе работы, с использованием методов контент-анализа, исторического анализа и документального наблюдения, выполнялся общепринятый литературный обзор современных направлений реформирования системы здравоохранения РФ. Это позволило на основе доступных литературных и электронных источников научной информации получить объективные данные для последующего анализа проблем, стоящих перед госпитальным сектором отечественного здравоохранения.

Отдельное внимание нами было уделено историческим аспектам и итогам внедрения в нашей стране проекта «Рациональный фармацевтический менеджмент». В этом подразделе рассматривались вопросы внедрения и сопровождения формулярной системы ЛО в отечественном здравоохранении, проанализированы основные научные работы российских и зарубежных ученых, посвященные рациональному фармацевтическому менеджменту, что позволило выявить особенности функционирования формулярной системы ЛО в РФ.

Далее внимание было сосредоточено на исследовании современного состояния ЛО пациентов, находящихся на стационарном лечении в России и за рубежом. Для этого был проанализирован госпитальный сектор отечественного

здравоохранения и госпитальный сегмент российского фармацевтического рынка. Исследование затронуло особенности организации медицинской помощи в стационарных условиях ряда зарубежных государств. В итоге были получены данные, позволившие сравнить эффективность ЛО стационарных пациентов в МО РФ и других стран.

Анализ состояния ЛО стационарных пациентов многопрофильных МО РСО-Алания проводился по показателям республиканского здравоохранения и госпитального сектора регионального фармацевтического рынка. Обобщенные сведения позволили сравнить региональные показатели РСО-Алания с общегосударственными и сделать соответствующие выводы.

Второй этап исследования заключался в обобщении и анализе факторов, определяющих особенности ЛО пациентов многопрофильных МО в РСО-Алания при оказании им медицинской помощи в стационарных условиях. Были использованы методы документального наблюдения, структурно-сравнительного маркетинга ассортимента ЛП, графического анализа и социологического опроса.

Были исследованы особенности медико-демографической обстановки и динамики заболеваемости населения РСО-Алания. проанализированы структура и объем потребления ЛП в многопрофильной больнице СОГМА, выбранной в качестве базовой МО, обобщены резульфункционирования формулярной системы ЛО в базовой многопрофильной МО, а также проведено социологическое исследование пациентов многопрофильной больницы СОГМА о качестве предоставляемых медицинских и фармацевтических услуг в период стационарного лечения. Полученные результаты позволили выявить особенности ЛО и трудности в его организации на госпитальном уровне в РСО-Алания и легли в основу последующего анализа и разработки мероприятий по оптимизации обеспечения ЛП пациентов, находящихся на стационарном лечении.

На третьем этапе были разработаны мероприятия по совершенствованию ЛО региональных МО, в основу которых положены принципы рационального фармацевтического менеджмента. Для этих целей были использованы системный подход, логический и статистический анализы, методы анализа иерархий, проектирования систем управления и экспертных оценок.

_ 	Проводимые исследования	Методы
	 Анализ основных направлений реформирования системы здравоохранения РФ Исторический анализ функционирования проекта «Рациональный фармацевтический менеджмент» Исследование организации ЛО пациентов, находящихся на стационарном лечении в России и за рубежом Исследование состояния ЛО стационарных пациентов МО в РСО-Алания 	Контент-анализ Исторический анализ Документальное наблюдение
	Исследование факторов, определяющих особенности лекарственного обеспечения МО РСО -Алания при оказании медицинской помощи в стационарных условиях) РСО -Алания
_	Проводимые исследования	Методы
	 Анализ особенностей медико-демографической обстановки и динамики заболеваемости населения РСО-Алания Исследование структуры и объема потребления лекарственных препаратов в многопрофильной МО Обобщение результатов функционирования формулярной системы лекарственного обеспечения в многопрофильной медицинской организации Социологический опрос пациентов, находящихся на стационарном лечении в многопрофильной МО, о качестве медицинских и фармацевтических услуг 	Документальное наблюдение Структурнесравнительный маркетингассортиментаП Графический анализ Социологический опрос
	Обоснование мероприятий совершенствования лекарственного обеспечения МО РСО -Алания с использованием принципов рационального фармацевтического менеджмента	:О -Алания нта
	Проводимые исследования	Методы
	 Анализ показателей, определяющих потребность в лекарственных препаратах при оказании медицинской помощи в стационарных условиях Разработка методических подходов к формированию оптимального формуляра лекарственных препаратов многопрофильных МО РСО-Алания Исследование экономической эффективности лекарственной терапии пациентов многопрофильной МО Обоснование модели управления ассортиментом лекарственных препаратов на госпитальном уровне региональной системы здравоохранения 	Системный анализ Метод анализа иерархий Статистический анализ Логический анализ Экспертные оценки Проектирование систем

Структурно-логическая схема исследований по совершенствованию ЛО пациентов многопрофильных МО РСО-Алания

Результаты исследования и их обсуждение

На основе анализа показателей, определяющих потребность в ЛП при оказании медицинской помощи в стационарных условиях, были разработаны методические подходы к формированию оптимального формуляра ЛП многопрофильных МО РСО-Алания, исследована экономическая эффективность лекарственной терапии пациентов многопрофильной МО, использующей актуализированный формуляр ЛП и обоснована модель управления ассортиментом ЛП на госпитальном уровне региональной системы здравоохранения.

Для достижения поставленной цели и решения научных задач исследования нами были использованы как общенаучные, так и специальные методы анализа, совместное применение которых позволяет на основании эмпирических данных получить объективные результаты.

Из комплекса общенаучных методов нами использовались: системный подход (анализ), исторический и логический анализ, контент-анализ, графический и статистический анализ, методы документального наблюдения, социологического опроса, анализа иерархий, экспертных оценок, проектирования систем управления.

Структурно-сравнительный маркетинг ассортимента ЛП и метод анализа иерархий являются специальными методами научных исследований.

Системный подход предполагает комплексное изучение процесса как единого целого с позиций системного анализа, т.е. уточнение сложной проблемы и ее структуризация в серию задач, решаемых с помощью других научных методов, нахождение критериев их решения, детализация целей, конструирование эффективной организации для достижения целей. Главными принципами системного подхода являются: взгляд на систему как на единое целое и в то же время как совокупность частей - единство; различные элементы системы обладают внутренней совместимостью - целостность; системы способны изменяться под воздействием внутренних и внешних факторов – динамичность; элементы системы ранжируются по своей значимости и уровням управления - иерархичность; элементы системы связаны между собой по горизонталям и вертикалям управления - организованность; система имеет возможность разделения на составные части, каждая из которых имеет цели, вытекающие из общей цели системы – декомпозиция [1].

Системный подход позволил нам определить состав и структуру системы лекарственного обеспечения многопрофильных МО и определить роль и место рационального фармацевтического менеджмента (формулярной системы) в ее совершенствовании.

Метод исторического и логического анализа признает единство исторического процесса как первичного и объективного, логическое осмысление выступает как отражение повторяющихся, существенных связей между событиями и фактами реальной действительности. Логический и исторический методы отражают одно и то же, с той лишь разницей, что логический метод освобожден от конкретных исторических событий и случайностей, он нацелен на воспроизведение сути развития объекта. Исторический же метод исследования можно представить как тот же логический метод, только в исторической форме. Логика развития предмета здесь представлена как чередование исторических событий [2].

В нашем исследовании на основе фактов функционирования системы ЛО многопрофильных МО в России и РСО-Алания за исследуемый исторический период выявлены проблемы и сделаны логические выводы о возможных способах их устранения.

Контент-анализ (от англ. content – содержание) метод качественно-количественного анализа содержания документов с целью выявления или измерения различных фактов и тенденций, отраженных в этих документах. Особенность контент-анализа состоит в том, что он изучает документы в их социальном контексте [3]. Данный метод применялся нами при проведении литературного обзора по теме нашего исследования, а также в ходе обобщения итогов социологического опроса.

Для анализа динамики развития федерального и регионального секторов госпитального фармацевтического рынка нами применялся графический анализ, основой которого является графическое изображение рынка (графики цены, объема) и его графические модели. Этот метод, будучи составной частью технического анализа, доступен всем исследователям и не требует специальных программных продуктов. В нашей работе основой для проведения графического анализа является объективная информация о движении ЛС в натуральном и стоимостном выражениях, а также динамика изменения цен на фармацевтическом рынке. Графическое изображение указанной информации за исследуемый период позволяет установить возможные линии тренда, на основании которых может быть спрогнозировано дальнейшее развитие исследуемых параметров [4].

Методы анализа статистических данных применялись в нашем исследовании для анализа конкретных данных, а именно для определения усредненных суждений респондентов по вопросам удовлетворенности потребителей фармацевтических и медицинских услуг при их лечении в стационарных условиях.

Для получения необходимой информации для графического анализа нами использовался метод документального наблюдения в форме монографического детального и глубокого обследования изучения и описания отдельных параметров отечественного и регионального фармацевтических рынков за установленный период исследования [5]. Объектами документального наблюдения при монографическом исследовании были выбраны существующие или прогнозируемые тенденции развитии госпитального сектора фармацевтического рынка, а его целями — их выявление и фиксирование для дальнейшего анализа.

Исследование удовлетворенности пациентов многопрофильного медицинского стационара предоставляемыми медицинскими и фармацевтическими услугами проводилось нами с использованием метода социологического опроса. Опрос проводился среди пациентов и врачей многопрофильного стационара, выбранного нами в качестве экспериментальной базы исследования. Для сбора мнений респондентов были разработаны две формы анкет – для пациентов и врачей стационара. Анкета для пациентов содержала 27 вопросов, для врачей – 18. Обе формы анкет содержали вопросы о личностных характеристиках респондентов, позволившие сформировать их обобщенный социологический портрет, и по исследуемой тематике, ставшие основной для обобщения мнений и разработке предложений по совершенствованию системы ЛО пациентов многопрофильных стационаров региона.

Достоверность результатов социологического исследования достигалась через обеспечение их репрезентативности соответствия характеристик, полученных в результате выборочного исследования, показателям, характеризующим всю генеральную совокупность. Для определения необходимого количества лиц для участия в социологическом опросе использовали формулу бесповторной выборки [6]:

$$n = \frac{Nt^2 \sigma}{N\Delta^2 + t^2 \sigma},$$

где N — объем генеральной совокупности; Δ — предельная ошибка выборочной доли, равная 0,05—0,1; σ — дисперсия, равная 0,25;

t – коэффициент распределения Стьюдента, равный 1,96 (при р = 0,95).

Заключение

Эффективность и доступность ЛО пациентов многопрофильных МО достигается в том числе за счет необходимого и достаточного ассортимента ЛП, использующихся для оказания медицинской помощи в стационарных условиях. Для обоснования процесса включения ЛС в формулярный перечень МО и выбора ТН наиболее предпочтительных ЛП при проведении процедуры их закупок нами использовался метод анализа иерархий, сутью которого является использование специального математического аппарата для объективизации мнений лиц при принятии оптимальных управленческих решений [7].

В ходе проведения исследований нами применялся комплекс общенаучных методов, среди которых: системный подход (анализ), исторический и логический анализ, контент-анализ, графический и статистический анализ, методы документального наблюдения, социологического опроса, анализа иерархий, экспертных оценок и другие. Выбор указанных методов обоснован их доступностью, репрезентативностью и объективностью полученных результатов. Комплекс научных исследований, выполненный согласно разработанной структурно-логической схеме, позволил решить задачи, поставленные перед нашим исследованием и достичь его цели.

В качестве экспериментальной базы исследования методических подходов к совершенствованию ЛО пациентов, проходящих лечение в стационарных условиях, нами выбрана клиническая больница СОГМА, которая является структурным подразделением Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Владикавказ, это многопрофильная медицинская организация, предназначенная для оказания специализированной, в том числе и высокотехнологичной медицинской помощи. В клинической больнице СОГМА развернуто 245 коек, по 10 профилям (в том числе высокотехнологичных – по 4 профилям). В структуре клинической больницы СОГМА имеется 20 лечебных и диагностических подразделений. Количество пролеченных в клинической больнице СОГМА пациентов в 2019 г. составило 6925 чел. КБ СОГМА укомплектована компетентным врачебным составом: в больнице работают 88 врачей, из которых 3 имеют ученую степень доктора медицинских наук, а 21 специалист — степень кандидата медицинских наук. Укомплектованность на 01.01.2019 г. врачебным персоналом составляла 90%, средним медицинским персоналом — 94%, младшим медицинским персоналом — 100% [8].

Вышеизложенное позволило нам выбрать эту медицинскую организацию в качестве экспериментальной базы для нашего исследования.

Список литературы

- 1. Платов В.Я. Современные управленческие технологии. М.: Дело, 2006. 383 с.
- 2. Кондауров В.И. Процесс формирования научного знания (онтологический, гносеологический и логический аспекты). М.: Инфра-М, 2013. 128 с.

- 3. Степанов А.С. Метод контент-анализа и производные принципы в исследовании актуальных проблем современного общества. МГУ им. М.В. Ломоносова, социол. фак. М.: Изд-во МГУ, 1995. 95 с.
- 4. Швагер Джек Д. Технический анализ. Полный курс / Пер. А. Куницын, Б. Зуев. М.: Альпина Паблишер, 2015. 802 с.
- 5. Мельникова О.А. Лекарственное обеспечение при оказании специализированной скорой медицинской помощи // Скорая медицинская помощь. 2012. Т. 13. № 1. С. 21–22.
 - 6. Лекарственные средства. М.: СИНТЕГ, 2018. 570 с.
- 7. Генова Н.М. Правовые основы оказания гуманитарной помощи в виде лекарственных средств // Личность, культура, общество. 2019. С. 297–300.
- 8. Гамаонова М.В., Горячев А.Б. Итоги регионального социологического исследования пациентов на этапе оказания медицинской помощи в стационарных условиях // Успехи современной науки и образования 2016. Т. 2. № 5. С. 22.

УДК 616-006.66

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ГАСТРОИНТЕСТИНАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С ВЫСОКИМ РИСКОМ РЕЦИДИВА

²Киселева К.Е., ^{1,2}Киселев Е.А.

¹ГАУЗ СО «Свердловский областной онкологический диспансер», Екатеринбург, e-mail: ksenkw@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Екатеринбург, e-mail: cood@uralonco.ru

Гастроинтестинальные стромальные опухоли – по разным данным составляют от 1 до 2% от всех новообразований желудочно-кишечного тракта. Заболеваемость ГИСО составляет 0,70 на 100 000 человек в год в Соединенных Штатах, и ежегодно наблюдается тенденция к росту. Большинство ГИСО образуются в желудке (60%), тонком кишечнике (тощая, подвздошная кишки 30%, двенадцатиперстная кишка 4–5%), реже подвергаются толстая кишка и аппендикс (1–2%), пищевод (1%). ГИСО классифицируются в зависимости от риска развития рецидива. Согласно классификации Јоепѕии риск рецидива зависит от размера, индекса митотической активности, локализации опухоли и факта разрыва капсулы. Было проведено ретроспективное исследование результатов лечения 248 пациентов с диагнозом ГИСО, наблюдавшихся в ГАУЗ «СООД» с 2000 по 2019 г. Из 248 пациентов к высокому риску рецидива по Н. Јоепѕии были отнесены 63 пациента. Из них мужчин – 26 (41,3%), женщин – 37 (58,7%). Средний возраст составил 61. Послеоперационная летальность составила 1,6% (1 случай). Прогрессирование наблюдалось у 17 пациентов (27,4%), наиболее часто прогрессировали опухоли, локализованные в ДПК. 5-летняя выживаемость 71%.

Ключевые слова: гастроинтестинальная стромальная опухоль, иматиниб, высокий риск, отдаленные результаты, 5-летняя выживаемость

LONG-TERM RESULTS OF TREATMENT OF GASTROINTESTINAL STROMAL TUMORS IN PATIENTS WITH A HIGH RISK OF RECURRENCE

²Kiseleva K.E., ^{1,2}Kiselev E.A.

¹Sverdlovsk Regional Oncology Centre, Yekaterinburg, e-mail: ksenkw@yandex.ru; ²Ural State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Yekaterinburg, e-mail: cood@uralonco.ru

Gastrointestinal stromal tumors vary from 1% to 2% of all neoplasms of the gastrointestinal tract. The incidence of GIST is 0.70 per 100,000 people per year in the United States and is on an upward trend annually. Most GISTs are formed in the stomach (60%), small intestine (jejunum, ileum 30%, duodenum 4-5% less often the colon and appendix (1-2%), esophagus (1%) are exposed. GISTs are classified depending on According to the Joensuu classification, the risk of relapse depends on the size, index of mitotic activity, tumor localization and the fact of rupture of the capsule. A retrospective study of the results of treatment of 248 patients diagnosed with GIST who were observed at GAUZ SOOD from 2000 to 2019 was carried out. According to H. Joensuu, 63 patients were classified as having a high risk of relapse, of which 26 (41.3%) were men, 37 (58.7%) were women. The mean age was 61. Postoperative mortality was 1.6% (1 Progression was observed in 17 patients (27.4%), most often tumors localized in the duodenum progressed. 5-year survival rate 71%.

Keywords: gastrointestinal stromal tumor, imatinib, high risk, long-term results, 5-year survival

Наиболее распространенными мезенхимальными опухолями желудочно-кишечного тракта, по данным литературы, являются гастроинтестинальные стромальные опухоли (ГИСО) и составляют от 1 % до 2 % от всех новообразований ЖКТ [1].

ГИСО происходят из интерстициальных клеток Кахаля. Согласно статистике, общая заболеваемость ГИСО в Соединенных Штатах составляет 0,70 на 100 000 человек в год, наблюдается тенденция к росту. Наиболее часто ГИСО регистрируются в желудке (60%), тонком кишечнике (тощая, подвздошная кишки 30%, двенадцатиперстная кишка 4–5%), реже подвергаются толстая кишка и аппендикс (1–2%), пищевод (1%),

иногда встречаются и вне желудочно-кишечного тракта [2].

Золотым стандартом лечения ГИСО оперативное вмешательство, является для ГИСО менее 5 см, расположенных в желудке и тонкой кишке, рекомендуется лапароскопическая резекция. Однако, несмотря на радикальную операцию, возможен риск рецидива, что влияет на дальнейшую тактику лечения. Первая система классификации в зависимости от риска рецидива была предложена в 2002 г. Fletcher и его коллегами, в соответствии с ней на риск рецидива влияет размер опухоли и количество митозов, в 2006 г. Miettinen предложил также учитывать и локализацию опухоли.

В 2008 г. Јоепѕии была предложена модифицированная классификация. В соответствии с ней деление на прогностические группы зависит от размера, индекса митотической активности, локализации опухоли и факта разрыва капсулы. К группам высокого риска относят: размер злокачественного образования более 10 см, индекс митотической активности более 10, опухоли 5–10 см с митотическим индексом 5–10, или локализованные вне желудка с размером 2,1–5 см и индексом митотической активности >5, или локализацией вне желудка и размером более 5,1 см [1].

По данным исследований ГИСО высокого риска имеют риск рецидива опухоли до 66%, а общая 5-летняя выживаемость без применения адъювантной терапии после оперативного вмешательства составляет 35% [3].

ГИСО экспрессируют протоонкоген КІТ. Мутация гена КІТ вызывает стимуляцию роста ГИСО; с-КІТ, также известный как CD117, является белком с рецепторной тирозинкиназой, который регистрируется на поверхности различных типов клеток. Димеризация рецептора и активацию нижестоящих сигнальных путей происходит при связывании фактора стволовых клеток с внеклеточным доменом с-КІТ. В ГИСО, в которых отсутствует экспрессия KIT, присутствуют мутации, связанные с рецептором фактора роста тромбоцитов, альфа (PDGFRA). В целом мутации KIT или PDGFRA обнаруживаются в 85 и 5% соответственно [4].

Ингибиторы тирозинкиназы способны блокировать активный центр фермента, таким образом, предотвращать активацию и последующее деление клеток. Это дает возможность целенаправленного лечения ГИСО препаратами данной группы, такими как иматиниб [5].

Иматиниб является пероральным синтетическим низкомолекулярным ингибитором тирозинкиназы, нацеленным на белки Kit и PDGFRA. Ряд клинических испытаний продемонстрировали преимущество адъювантной терапии иматинибом у пациентов с прогрессирующим ГИСО и эффективность при неоперабельном или метастатическом процессе. В исследовании группы онкологии Американского колледжа хирургов были прослежены отдаленные результаты у пациентов с высоким риском рецидива, после оперативного лечения с последующей адъювантной терапии иматинибом в дозе 400 мг/сут в течение 1 года. После 7,7 лет наблюдения общие показатели выживаемости за 1, 3 и 5 лет составили 99, 97 и 83% соответственно, показатели безрецидивной выживаемости в течение 1 года, 3 и 5 лет составили 96, 60 и 40% соответственно [4].

Цель исследования: изучить отдаленные результаты лечения гастроинтестинальных стромальных опухолей с высоким риском рецидива.

Материалы и методы исследования

Выполнено ретроспективное исследование результатов лечения 248 пациентов с диагнозом ГИСО, наблюдавшихся в ГАУЗ «СООД» с 2000 по 2019 г. Из 248 пациентов к высокому риску рецидива по Н. Јоепѕии были отнесены 63 пациента. Из них мужчин – 26 (41,3%), женщин – 37 (58,7%). Средний возраст составил 61, минимальный – 33, максимальный – 78 лет. Распределение пациентов по возрастным группам представлено на рис. 1.

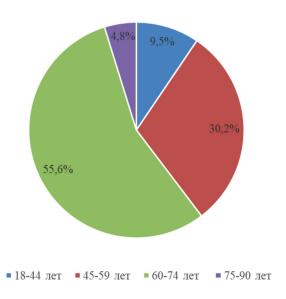


Рис. 1. Распределение пациентов по возрастным группам

Всем пациентам был выполнен стандартный комплекс диагностических мероприятий: УЗИ брюшной полости, МСКТ. У пациентов с локализацией процесса в желудке была выполнена ФГС, при локализации в толстой кишке – ФКС. Для верификации диагноза проводилось иммуногистохимическое исследование с определением маркеров CD 117, DOG 1, СБ 34, индекса митотической активности, КІ 67. Локализация опухолевого процесса представлена в табл. 1.

Как видно из табл. 1, наиболее частой локализацией опухоли являлся желудок (63,5%), на втором месте тонкая кишка (14,3%).

Всем пациентам было проведено радикальное оперативное вмешательство. Объёмы операций представлены в табл. 2.

Таблица 1

Локализация опухолевого процесса

Локализация опухолевого процесса	Количество пациентов	%
Желудок	40	63,5
Тонкая кишка	9	14,3
Толстая кишка	5	7,9
Забрюшинное пространство	5	7,9
Двенадцатиперстная кишка	4	6,3
Всего	63	100

Объёмы оперативных вмешательств

Таблица 2

Операция	Количество	%
Атипичная резекция желудка	30	47,6
Резекция желудка	4	6,3
Комбинированная резекция желудка	4	6,3
Резекция тонкой кишки	10	15,9
Комбинированная резекция тонкой кишки	2	3,2
Резекция толстой кишки	4	6,3
Комбинированная резекция толстой кишки	1	1,6
Удаление забрюшинной опухоли	3	4,8
Комбинированное удаление забрюшинной опухоли	1	1,6
Резекция двенадцатиперстной кишки	1	1,6
Панкреатогастродуоденальная резекция	2	3,2
Гастрэктомия	1	1,6
Всего	63	100,0

Локализация метастатических очагов

Таблица 3

Локализация	Количество	%
Печень	11	64,7
Рецидив	1	5,9
Брюшина	4	23,5
Подвздошные лимфоузлы	1	5,9
Всего	17	100

Из табл. 2 видно, что наиболее распространенным оперативным вмешательством являлась атипичная резекция желудка (47,6%). Реже всего встречались комбинированная резекция толстой кишки (1,6%), комбинированное удаление забрюшинной опухоли (1,6%), резекция двенадцатиперстной кишки (1,6%), гастрэктомия (1,6%).

Послеоперационные осложнения наблюдались в 7,9% случаев. Послеоперационная летальность составила 1,6% (1 случай).

Статистическая обработка проводилась в программах Microsoft Ecxel, и Statistica 6.0. Построение кривых выживаемости проводилось по методу Каплана – Майера.

Результаты исследования и их обсуждение

Из 62 пациентов адъювантная терапия иматинибом проводилась 43 пациентам (69,35%).

Прогрессирование наблюдалось у 17 пациентов (27,4%), из них адъювантную терапию иматинибом получали 10 (58,8%) пациентов. Локализация метастатических очагов представлена в табл. 3.

Как видно из представленной таблицы, на первом месте встречается метастатическое поражение печени (64,7%), на втором канцероматоз брюшины (23,5%).

Прогрессирование в зависимости от локализации первичного очага представлено в табл. 4.

В представленной таблице можно увидеть, что наиболее часто прогрессировали опухоли, локализованные в ДПК (75%). Для остальных локализаций частота прогрессирования составляла 20–25%.

Отдаленные результаты

Отдаленная выживаемость представлена на рис. 2.

Как видно из графика на рис. 2, 1-летняя выживаемость составила 97%, 3-летняя 85%, 5-летняя выживаемость 71%.

На рис. 3 представлена отдаленная выживаемость в зависимости от проведения адъювантной терапии иматинибом.

Из рис. 3 видно, что во все отрезки времени у пациентов, получавших адъювантную терапию иматинибом, отдаленная выживаемость выше, чем у пациентов, которым проводилось только оперативное вмешательство (p=0,039). У пациентов, получавших адъювантную терапию иматинибом, 1-летняя выживаемость составила 100%, 3-летняя 93%, 5-летняя 75%. У пациентов без адъювантной терапии 1-летняя выживаемость составила 89%, 3-летняя 66%, 5-летняя 57%.

 Таблица 4

 Прогрессирование в зависимости от локализации процесса

Локализация	Всего	Прогрессирование	% от локализации
Желудок	40	10	25,0
Тонкая кишка	8	2	25,0
Толстая кишка	5	1	20,0
Забрюшинное пространство	5	1	20,0
Двенадцатиперстная кишка	4	3	75,0
Bcero	62	17	27,4

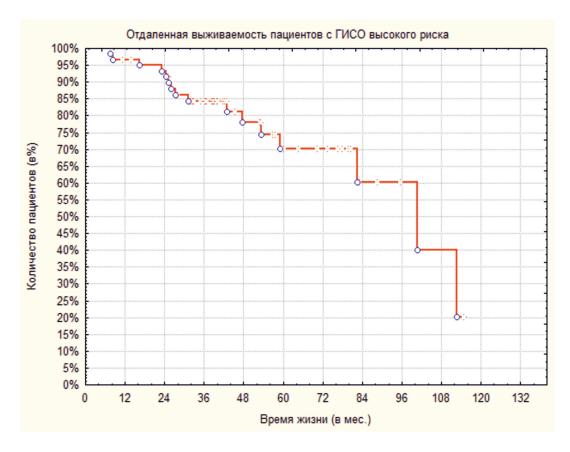


Рис. 2. Отдалённая выживаемость пациентов с ГИСО высокого риска

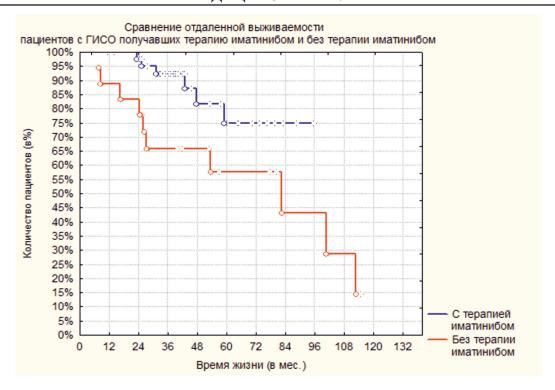


Рис. 3. Сравнение отдаленной выживаемости пациентов с ГИСО, получавших терапию иматинибом и без терапии иматинибом

Заключение

Проведение адъювантной терапии иматинибом у пациентов с ГИСО высокого риска увеличивает отдаленную выживаемость (p = 0.039).

Список литературы

1. Parab T.M., DeRogatis M.J., Boaz A.M., Grasso S.A., Issack P.S., Duarte D.A., Urayeneza O., Vahdat S., Qiao J.H., Hinika G.S. Gastrointestinal stromal tumors: a comprehensive review. J Gastrointest Oncol. 2019. Vol. 10. № 1. P. 144–154.

- 2. Zhang H., Liu Q. Prognostic Indicators for Gastrointestinal Stromal Tumors: A Review. Transl Oncol. 2020. Vol. 13. № 10. P. 19–22.
- 3. Beham A.W., Schaefer I.M., Schüler P., Cameron S., Ghadimi B.M. Gastrointestinal stromal tumors. Int. J. Colorectal Dis. 2012. Vol. 27. № 6. P. 689–700.
- 4. Lim K.T., Tan K.Y. Current research and treatment for gastrointestinal stromal tumors. World. J. Gastroenterol. 2017. V. 23. № 27. P. 4856–4866.
- 5. Li Y. S., Li W., Zeng Q.S., Fu W.H. Effect of the imatinib treatment regimen on the postoperative prognosis of patients with high-risk gastrointestinal stromal tumors. Onco Targets Ther. 2019. Vol. 12. P. 4713–4719.

УДК 616.1-072.7:796

ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ СЕРДЦА И ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ РАБОТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ КАК ОПОРНЫЕ ТОЧКИ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ НА ФОНЕ РЕГУЛЯРНОГО ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

¹Терещенко Ю.В., ¹Исаева А.С., ¹Ахмедов В.А., ²Лялюков А.В.

¹ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, Омск, e-mail: j tereschenko@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет» Минобрнауки России, Сочи

У многих молодых людей, самостоятельно занимающихся в фитнес-центрах и тренажерных залах, имеется потенциальный риск перенапряжения сердечно-сосудистой системы. Цель исследования — оценить функциональное состояние и адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы у молодых мужчин, регулярно занимающихся кросс-фитом. Проведено обследование 352 здоровых мужчин добровольцев в возрасте от 30 до 45 лет, регулярно занимающихся кросс-фитом. Показано, что у каждого пятого обследованного мужчины имелись признаки изменения вегетативной реактивности, при этом в 5,4% случаев имели место начальные изменения вегетативной регуляции; в 2,0% случаев было отмечено отчетливое вовлечение регуляторных механизмов; в 13,9% случаев отмечался атипичный тип реагирования. Использование нейрометаболического комплекса «Кокарнит» в рамках клинического наблюдения показало положительное влияние коррекции вегетативной дисфункции на характеристики диастолы у лиц в возрасте 30–45 лет на фоне регулярных физических нагрузок: в 71,4% случаев были отмечены гемодинамически более выгодные изменения исходно нормальной диастолической функции, а также в 78,6% случаев наблюдалась нормализация кардиоваскулярных вегетативных тестов при повторном суточном мониторировании ЭКГ, что можно быть обусловлено более согласованной работой звеньев вегетативной нервной системы под влиянием компонентов используемого комплекса.

Ключевые слова: диастолическая функция левого желудочка, вегетативная регуляция сердечной деятельности, вегетативные пробы, Кокарнит

DIASTOLIC HEART FUNCTION AND AUTONOMIC REGULATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AS REFERENCE POINTS FOR METABOLIC SUPPORT DURING THE REGULAR TRAINING PROCESS

¹Tereschenko Yu.V., ¹Isaeva A.S., ¹Akhmedov V.A., ²Lyalyukov A.V.

¹Omsk State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Omsk, e-mail: j_tereschenko@mail.ru; ²Sochi State University of the Ministry of science and higher education of Russia, Sochi

Many young people working out on their own in fitness centers and gyms have a potential risk of overstraining the cardiovascular system. The aim of research was to assess the functional state of the cardiovascular system in young men who regularly engage in cross-fit. In this study we have evaluated 352 healthy male volunteers aged 30 to 45 years old, who was regularly engaged in cross-fit training. It was shown that every fifth evaluated man had the signs of changes in autonomic reactivity, while in 5.4% of cases there were found initial changes in autonomic regulation; in 2.0% of cases, a distinct involvement of regulatory mechanisms was noted, and in 13.9% of cases, an atypical type of response was noted. The use of the neurometabolic complex «Cocarnit» during the clinical observation have shown a positive effect of the correction of autonomic dysfunction on the characteristics of diastole in persons aged 30–45 years, compared with regular physical activity alone. In 71.4% of cases, hemodynamically more favorable changes in the initially normal diastolic function were noted, and also in 78.6% of cases, normalization of cardiovascular autonomic tests was observed with repeated daily ECG monitoring, which can be due to a more coordinated work of the autonomic nervous system links under the influence of the components of the complex used.

Keywords: left ventricular diastolic function, vegetative regulation of heart activity, vegetative tests, Cokarnit

При регулярной физической активности — занятиях физической культурой и спортом — значительные нагрузки испытывает не только костно-мышечная, но и сердечно-сосудистая система (ССС). Известно, что высокая интенсивность тренировочного процесса приводит к адаптивным функциональным и структурным изменениям ССС [1, 2]. При этом ключевым условием успешной адаптации ССС

к нагрузкам является сбалансированная работа всех звеньев вегетативной нервной системы. Вызванное физической нагрузкой увеличение сердечного выброса чаще всего связывают с увеличением частоты сердечных сокращений, усилением систолической и диастолической функции левого желудочка (ЛЖ) и расширением сосудов системного кровообращения. Важным условием обеспечения достаточного сердечного вы-

броса на фоне физических нагрузок является адекватное наполнение сердца в диастолу [3, 4]. Для метаболической поддержки нормальной диастолы у лиц, регулярно занимающихся физической культурой и спортом, необходимо влияние на вегетативную регуляцию и процессы репарации.

Важно отметить, что значительная группа взрослых лиц, самостоятельно занимающихся в фитнес-центрах и тренажерных залах, а также других учреждениях, которые нельзя отнести к спортивным, полностью выпадает из поля зрения врачей. Не секрет, что эта категория людей не всегда пользуется услугами инструкторов, самостоятельно подбирая вид и режим физических нагрузок, имея потенциальный риск перенапряжения ССС. С одной стороны, физически активный образ жизни является несомненным благом для здоровья. Некурящие, регулярно посещающие спортзал молодые люди с нормальным весом определенно считаются наиболее здоровой категорией населения, имеющей низкий риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Но, с другой стороны, убежденность в том, что «спорта много не бывает», в совокупности с неизбежными жизненными стрессами и перегрузками на фоне регулярного интенсивного неконтролируемого тренировочного процесса ставят вопрос о функциональном состоянии и адаптационных возможностях ССС у этой категории людей. Однако данные исследований в этой области пока единичные и разрозненные.

Цель исследования: оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у молодых мужчин, регулярно занимающихся кросс-фитом.

Материалы и методы исследования

В период с 2018 по 2020 г. обследовано 352 здоровых добровольца в возрасте от 30 до 45 лет (средний возраст 38 (31; 43) лет), регулярно (2—3 раза в неделю) занимающихся кросс-фитом, который представляет собой тренировки с комбинацией силы и выносливости и не является спортивной деятельностью. На данном этапе наблюдались только мужчины, чтобы исключить влияние циклических гормональных процессов, происходящих у женщин.

Общие критерии включения: возраст 30—45 лет, информированное согласие на участие в исследовании. Общие критерии исключения: наличие заболеваний/состояний, требующих постоянной или временной терапии, а также любые острые или обострение хронических заболеваний на момент включения в исследование; тяжелые сопутствующие заболевания; прием любых ле-

карственных препаратов; злоупотребление или подозрение на злоупотребление алкоголем или наркотическими веществами.

Все обследованные лица имели нормальный индекс массы тела (ИМТ). Средний рост составил 178 (169; 191) см. ИМТ в среднем по группе составил 22,1 (20,1; 24,2) кг/м²; систолическое артериальное давление – 110 (92; 118) мм рт. ст., диастолическое артериальное давление – 70 (60; 80) мм рт. ст. У всех обследованных лиц отсутствовали сердечно-сосудистые заболевания и никто из них не курил.

Всем наблюдаемым пациентам был проведен клинический осмотр и рутинные исследования ССС: электрокардиография (ЭКГ), суточное мониторирование ЭКГ и эходопплеркардиография (ЭхоКГ). Анализ ЭКГ проводился по стандартной методике. Суточное мониторирование ЭКГ проводилось с использованием оборудования компании «ИНКАРТ» на следующие после очередной тренировки сутки. При оценке результатов проводился стандартный анализ тренда ЧСС с определением средней ЧСС в периоды бодрствования и сна, максимального и минимального уровня ЧСС а также циркадного индекса; нарушений ритма и проводимости, пауз ритма и девиаций сегмента ST. Также в протокол суточного мониторирования ЭКГ были включены кардиоваскулярные вегетативные тесты Ewing et al.: проба с глубоким дыханием, проба Вальсальвы, активная ортостатическая и кистевая изометрическая пробы [5]. Эхокардиографическое обследование проводилось на сканерах экспертного класса в соответствии с национальными и международными рекомендациями.

Занятия кросс-фитом проходили 3 раза в неделю по 1 часу и включали метаболические тренировки (кардионагрузку), гимнастику (упражнения с собственным весом, тренировка баланса, координации, точности и ловкости) и работу с отягощением (упражнения со штангой или любым другим отягощением, с целью развития силы, мощности и активации крупной мускулатуры). В занятии был 1 круг, включающий большое количество упражнений, которые необходимо сделать за минимальное время для тренирующихся, при этом переходить к следующему заданию можно лишь тогда, когда они закрывали предыдущее упражнение. Нагрузку на мышцы делили и чередовали следующим образом: кардио (скакалка, бег, езда на велосипеде), толкающие (отжимания, жимы), тянущие (различные виды тяг, подтягиваний), упражнения на нижнюю группу мышц (прыжки, выпады, приседания).

Из когорты обследованных пациентов с признаками изменения вегетативной реактивности по результатам кардиоваскулярных вегетативных проб было выбрано 75 человек, которые были разделены на две группы. Первая группа (основная, n = 42) продолжила курс тренировок с метаболической поддержкой, вторая группа (контрольная, n = 33) — без метаболической поддержки. Обе группы были сопоставимы по возрасту и результатам обследования. В качестве медикаментозной поддержки был использован оригинальный витаминно-метаболический комплекс с доказанной вегетотропной активностью «Кокарнит» («World Medicine»). Этот комплекс представляет собой рациональную комбинацию динатрия аденозинтрифосфата тригидрата $(AT\Phi - 10 \text{ мг})$ и трех витаминов группы «В»: кокарбоксилазы (вит. В1 или тиаминдифосфат – 50 мг), никотинамида (вит. В3 или PP – 20 мг) и цианокобаламина (вит. B12 - 0.5 мг) в виде лиофилизированного порошка для приготовления раствора для внутримышечного введения. Указанный витаминно-метаболический комплекс вводился 1 раз в сутки внутримышечно, 6 инъекций на курс. Среди множества эффектов АТФ и витаминов В1, В3 и В12 наиболее важными в данном случае явились следующие. Аденозин, образующийся из АТФ, воздействуя на пуринэргические рецепторы, регулирует проводимость нервов, способствуя нейропротекторному и анальгезирующему действию, воздействует на электрофизиологические свойства миокарда (К-Nа-насосы). В малых дозах аденозин, действуя через аденозиновые рецепторы, стимулирует выделение антиноцицептивных нейротрансмиттеров и подавляет выделение ноцицептивных. АТФ является основным внутриклеточным источником энергии, а также выполняет обширные внеклеточные функции, включая увеличение проницаемости кальция в скелетных мышцах и расширение сосудов. Постоянный прием АТФ увеличивает способность к синтезу АТФ в эритроцитах, способствует увеличению притока крови к работающим мышцам, снижению утомляемости и увеличению пиковой мощности во время более поздних циклов повторных тренировок у спортсменов [6]. В исследованиях установлено, что АТФ высвобождается из коронарного эндотелия и эритроцитов в ответ на напряжение, возникающее в результате изменений кровотока и гипоксии. Интракоронарный АТФ, а также аденозин вызывают максимальное расширение коронарных сосудов у человека. Таким образом, АТФ является одним

из факторов, контролирующих коронарный кровоток во время тренировок. Аденозин может высвобождаться непосредственно из кардиомиоцитов и эндотелиальных клеток после внутри- и внеклеточного распада АТФ соответственно. Инфузия аденозина в низких дозах уменьшает ишемическую нагрузку и улучшает систолическую функцию левого желудочка у пациентов с ишемией миокарда, вызванной физической нагрузкой [7].

Кроме того, входящий в состав Кокарнита витамин В1 (кокарбоксилаза, или тиамина пирофосфат) уменьшает накопление пирувата и лактата в тканях после тяжелой физической нагрузки, сохраняя порог возбудимости болевых рецепторов и уменьшая чувство усталости и изнеможения. Витамин В3 (никотинамид, или витамин РР) участвует в работе дыхательных цепей и в анаболических реакциях. Витамин В3 в некоторой степени предотвращает острое клеточное повреждение. Витамин В12 (цианокобаламин) кроме прочих эффектов повышает регенераторные свойства тканей.

Повторный клинический осмотр и инструментальное обследование было проведено через 4 недели.

При обработке данных использовали пакеты прикладных программ STATISTICA 6.0, SPSS 10.05. Поскольку характер распределения был отличен от нормального, результаты представлены как Ме (LQ; HQ), где Ме – медиана, LQ – нижний (25-й) квартиль, HQ – верхний (75-й) квартиль. Во всех процедурах анализа критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы (р) принимали равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ ЭКГ показал, что среди всех обследованных лиц в 33,2% случаев имелась умеренная брадикардия: ЧСС в среднем по группе была 56 (53; 64) уд/мин. Других изменений ЭКГ, характерных для тренировочного процесса, не наблюдалось.

Оценка результатов суточного мониторирования ЭКГ показала, что у обследованных молодых людей наблюдалась преимущественно синусовая брадикардия в течение всех суток с адекватным приростом ЧСС на физическую нагрузку. Так, средняя ЧСС в период бодрствования составила 62,3 (59,2; 65,7) уд/мин, в период сна — 44,8 (41,9; 52,7) уд/мин с достаточным снижением ЧСС в ночные часы (ЦИ 1,29 (1,25;1,44). Минимальная ЧСС не выходила за рекомендуемую границу нормы (44 (40; 49) уд/мин). Диагностически значи-

мой эктопической активности, нарушений проведения, пауз ритма продолжительностью более 2 секунд не наблюдалось. Динамика сегмента ST была без особенностей. Анализ статистических параметров вариабельности сердечного ритма в 40,1% случаев показал незначительное усиление парасимпатических влияний на ритм сердца (RMSSD 45 (39; 55) мс, pNN50 27 (23; 35)%) с нормальным диапазоном колебаний ЧСС в течение суток (SDNN 172 (149; 179) мс), в то время как среднесуточные показатели симпатических влияний находились в пределах нормы.

При анализе результатов ЭхоКГ все морфометрические параметры левого желудочка (ЛЖ) находились в коридоре референсных значений (МЖП 0,80 (0,75; 0,90) см, задняя стенка ЛЖ 0,83 (0,75; 0,87) см, конечный диастолический размер 4,78 (4,55; 5,10) см, фракция выброса $6\overline{7}$ (62; 76)%, индекс относительной толщины 0,36 (0,33; 0,39), индекс объема левого предсердия – 22 (16; 25) мл/м²). Все обследованные мужчины имели нормальный геометрический паттерн ЛЖ. При оценке диастолической функции по классическому алгоритму в 100% случаев в этой категории пациентов диастолическое наполнение было нормальным, так как все оцениваемые параметры – индекс объема левого предсердия, соотношения Е/А, Е/е', скорость движения фиброзного митрального кольца, кровоток в легочных венах, время замедления фазы раннего наполнения ЛЖ, время изоволюмического расслабления, скорость потока трикуспидальной регургитации и скорость распространения трансмитрального потока в полости ЛЖ – находились в пределах нормы.

Наиболее интересными оказались результаты анализа кардиоваскулярных вегетативных проб. Оценка полученных коэффициентов показала, что у каждого пятого обследованного мужчины (в 21,3% случаев) имелись признаки изменения вегетативной реактивности, при этом в 5,4% случаев имели место начальные изменения вегетативной регуляции; в 2,0% случаев было отмечено отчетливое вовлечение регуляторных механизмов и в 13,9 % случаев отмечался атипичный тип реагирования, наиболее характерный для лиц молодого возраста из-за избыточного симпатического обеспечения. Здесь необходимо подчеркнуть, что нормативы показателей этого тестирования, разработанные Ewing et al. (1986), имеют односторонние пороговые значения и выход теста за пороговое значение оценивается как патологический лишь в случае его чрезмерного уменьшения.

Исключение составляет только реакция систолического АД при активной ортостатической пробе, которая считается патологической в случае чрезмерного возрастания на 3-й минуте ортостаза (более 25 мм рт. ст.). Таким образом, даже при стандартном подходе к оценке полученных коэффициентов можно сделать вывод о достаточно частом наличии напряжения адаптивных механизмов у мужчин 30-45 лет. Напряжение адаптационных возможностей организма на фоне неконтролируемого тренировочного процесса, по всей видимости, проявляется дизрегуляцией работы сосудистого компонента ССС, что, с одной стороны, в последующем может привести к дебюту артериальной гипертензии, с другой стороны, подчеркивается необходимость контроля влияния регулярных физических нагрузок не только на ЧСС, но и на артериальное давление.

Необходимо отметить, что лицам молодого возраста с признаками вегетативной дисфункции свойственна гиперреактивность отделов вегетативной нервной системы, что требует усовершенствования существующей системы оценки вегетативных тестов. Безусловно, частота ритма сердца является суммарным эффектом регуляции не только одного вегетативного отдела нервной системы, участвуют также другие экстра- и интракардиальные механизмы. Возможно, что грань между работой всех этих механизмов регуляции режиме адаптации (приспособления к меняющимся условиям среды, в первую очередь к физической нагрузке) или компенсации (поддержании функций органа при его повреждении или перегрузке) настолько же тонка, как и грань между нормой и патологией.

Среди лиц, продолживших тренировочный процесс на фоне метаболической поддержки, несмотря на исходные нормальные показатели диастолической функции ЛЖ, в 71,4% случаев было отмечено увеличение вклада пассивного наполнения (пик Е трансмитрального кровотока) ЛЖ и, соответственно, уменьшение вклада активного наполнения (пик А трансмитрального кровотока) (табл. 1). Кроме того, выявлено некоторое уменьшение времени изоволюмического расслабления ЛЖ (IVRT) и увеличение скорости движения фиброзного кольца митрального клапана в раннюю диастолу (е'). Таким образом, даже в рамках нормальной диастолической функции на фоне метаболической поддержки тренировочного процесса у лиц данной возрастной категории происходят гемодинамически более выгодные сдвиги.

Ta	блица 1
Динамика показателей диастолической функции сердца до и после курса	
физических тренировок у респондентов основной и контрольной групп	

Параметр	Основная группа (n = 42)		р ₁ Контрольная группа (n = 33)		p_2	
	Исходные данные	После курса	- 1	Исходные данные	После курса	12
Е	89 (84; 98)	94 (90; 102)	0,018	88 (82; 97)	89 (81; 95)	0,112
A	54 (47; 61)	50 (45; 60)	0,041	56 (49; 61)	56 (47; 62)	0,612
E/A	1,63	1,84	0,031	1,60	1,59	
	(1,58; 1,64)	(1,64; 1,92)		(1,59–1,65)	(1,53; 1,64)	0,594
e'	16	19	0,059	16	15	0,772
E/e'	5,5	5,0	0,229	5,5	5,6	0,425
IVRT	79	72	0,061	78	77	0,654

 Π р и м е ч а н и е . E — скорость трансмитрального кровотока в фазу пассивного наполнения ЛЖ, см/с; A — скорость трансмитрального кровотока в фазу активного наполнения ЛЖ, см/с; e — скорость движения фиброзного кольца митрального клапана в раннюю диастолу; IVRT — время изоволюмического расслабления ЛЖ, p-level для статистического критерия Уилкоксона (p_1 — различия в основной группе, p_2 — в контрольной группе).

Таблица 2 Динамика показателей кардиоваскулярных вегетативных проб до и после курса физических тренировок у респондентов основной и контрольной групп

Показатель	Основная группа (n = 42)		n	Контрольная группа (n = 33)		n
TIORASATESIB	Исходные данные	После курса	$\mathbf{p}_{_{1}}$	Исходные данные	После курса	p_2
К. ГД	1,46	1,60	0,281	1,48	1,50	0,768
	(1,15; 1,77)	(1,35; 1,84)	ĺ	(1,17; 1,77)	(1,18; 1,73)	ŕ
К. Вальс.	1,57	1,68	0,411	1,60	1,64	0,134
	(1,34; 1,70)	(1,49; 1,79)	·	(1,32; 1,76)	(1,46; 1,77)	,
К. 30:15	1,06	1,12	0,365	1,05	1,10	0,615
	(1,01; 1,09)	(1,07; 1,15)		(1,00; 1,08)	(1,03; 1,14)	
АОП (САД)	11	8	0,037	10	13	0,166
	(6; 15)	(5; 9)		(6; 13)	(9; 15)	
КИН (ДАД)	17	20	0,012	16	14	0,218
	(13; 19)	(15; 25)		(13; 18)	(11; 16)	

П р и м е ч а н и е . К. ГД – коэффициент пробы с глубоким дыханием; К. Вальс. – коэффициент пробы Вальсальвы; К. 30:15 – коэффициент 30:15 в активной ортостатической пробе; АОП (САД) – изменение систолического артериального давления во время активной ортостатической пробы, мм рт. ст.; КИН (ДАД) – изменения диастолического артериального давления во время кистевой изометрической нагрузки, мм рт. ст. p-level для статистического критерия Уилкоксона (p_1 – различия в основной группе, p_2 – в контрольной группе).

Также среди представителей основной группы в 78,6% случаев наблюдалась нормализация кардиоваскулярных вегетативных тестов при повторном суточном мониторировании ЭКГ, что может быть обусловлено более согласованной работой звеньев вегетативной нервной системы под влиянием компонентов используемого комплекса (табл. 2). Наиболее значимая динамика отмечалась со стороны артериального давления в активной ортостатической пробе и при кистевой изометрической нагрузке, что свидетельствует о сбалансированном взаимодействии звеньев ССС на фоне метаболической поддержки тренировочного процесса.

Таким образом, данное клиническое наблюдение позволяет предположить эффективность витаминно-метаболического комплекса «Кокарнит» в качестве медикаментозной поддержки нормальных регуляторных процессов на фоне регулярного тренировочного процесса.

Выводы

- 1. У лиц молодого возраста 30—45 лет целесообразен индивидуальный подбор тренировок с обязательным контролем не только ЧСС, но и артериального давления.
- 2. У данной категории лиц с признаками изменения вегетативной реактивности по результатам кардиоваскулярных вегета-

- тивных проб тренировочный процесс целесообразно проводить на фоне метаболической поддержки.
- 3. В качестве средства для медикаментозной поддержки тренировочного процесса у данной категории лиц может быть использован витаминно-метаболический комплекс «Кокарнит» («World Medicine»).

Список литературы

- 1. Andre La Gerche, Dhrubo J. Rakhit, Guido Claessen. Exercise and right ventricle: a potential Achilles' heel. Cardiovascular research. 2017. No. 113. P. 1499–1508.
- 2. Cho J.Y., Kim K.H., Rink L. et al. University athletes and changes in cardiac geometry: insight from the 2015 Gwangju Summer Universiade. European Heart Journal Cardiovascular Imaging. 2019. No. 20. P. 407–416. DOI: 10.1093/ehjci/jey196.
- 3. Pearson M.J., Mungovan S.F., Smart N.A. Effect of exercise on diastolic function in heart failure patients: a systematic

- review and meta-analysis. Heart Fail Rev. 2017. Vol. 22 No. 2. P. 229–242. DOI: 10.1007/s10741-017-9600-0.
- 4. Hernandez-Suarez D.F., Kim Y., López F.M., Ramakrishna H. López-Candales A. Qualitative Assessment of Color M-Mode Signals in the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function: A Proof of Concept Study. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2019. No. 8, Jun. pii: S1053-0770(19)30510-5.
- 5. Земцовский Э.В., Реева С.В., Тихоненко В.М. Исследование и оценка вегетативной регуляции сердца в процессе суточного мониторирования ЭКГ и АД. СПб., 2013. 96 с.
- 6. Chad M. Kerksick, Colin D. Wilborn, Michael D. Roberts, Abbie Smith-Ryan, Susan M. Kleiner, Ralf Jäger, Rick Collins, Mathew Cooke, Jaci N. Davis, Elfego Galvan, Mike Greenwood, Lonnie M. Lowery, Robert Wildman, Jose Antonio & Richard B. Kreider. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. J Int Soc Sports Nutr. 2018; 15: 38. DOI: 10.1186/s12970-018-0242-y.
- 7. Ewa Anna Zarębska, Krzysztof Kusy, Ewa Maria Słomińska, Łukasz Kruszyna, Jacek Zieliński1. Alterations in Exercise-Induced Plasma Adenosine Triphosphate Concentration in Highly Trained Athletes in a One-Year Training Cycle. Metabolites. 2019 Oct; 9(10): 230. DOI: 10.3390/metabo9100230.

ОБЗОРЫ

УДК 618.19-006

РАК МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У МОЛОДЫХ ЖЕНЩИН: АДАПТИРОВАННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЛУЧЕВОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ

^{1,2}Сулейменова Д.М., ¹Жолдыбай Ж.Ж., ¹Айнакулова А.С., ^{1,3}Аманкулова Ж.Б., ^{1,3}Исаева А.М.

¹НАО «Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова», Алматы; ²Медицинский центр «DiVera», Нур-Султан;

 3AO «Центральная клиническая больница», Алматы, e-mail: danara27@mail.ru

Рак молочной железы (РМЖ) является глобальной проблемой современного здравоохранения. РМЖ наиболее часто выявляется у женщин старшей возрастной группы. Однако у молодых женщин до 40 лет встречается от 7 до 20% случаев РМЖ. Многие авторы выделяют рак молочной железы у молодых женщин в отдельную нозологическую единицу со своими особенностями течения и биологией. Рак молочной железы у молодых женщин наиболее часто протекает более агрессивно, склонен к раннему метастазированию, имеет неблагоприятный прогноз. Важное значение для хороших результатов лечения имеет диагностика на ранних стадиях развития злокачественного процесса. Поэтому разработка специфических рекомендаций по диагностике рака молочной железы с учетом возрастных, биологических и психоэмоциональных особенностей молодых женщин является важным шагом в здравоохранении. В статье представлен анализ 32 источников литературы. Проведен анализ эпидемиологических данных рака молочной железы среди женщин моложе 40 лет и рассматриваются особенности молекулярно-генетической природы рака молочной железы у женщин в данной возрастной группе. Отражены возможности применения маммографии, цифрового томосинтеза, ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии молочных желез. Представлены как общие рекомендации по лучевой диагностике рака молочной железы у молодых женщин с учетом современных рекомендаций международных радиологических обществ, так и рекомендации для отдельных групп пациенток: беременных женщин и женщин группы высокого риска развития рака молочной железы.

Ключевые слова: рак молочной железы, маммография, ультразвуковое исследование, MPT молочных желез, скрининг женщин высокого риска

BREAST CANCER IN YOUNG WOMEN: ADAPTED IMAGING RECOMMENDATIONS

^{1,2}Suleymenova D.M., ¹Zholdybay Zh.Zh., ¹Aynakulova A.S., ^{1,3}Amankulova Zh.B., ^{1,3}Isaeva A.M.

¹Non-profit joint stock company «S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University», Almaty; ²Medical center «DiVera», Nur-Sultan;

³«Central clinical hospital» joint-stock company, Almaty, e-mail: danara27@mail.ru

Breast cancer (BC) is a global problem of a modern healthcare. BC is more often detected in older women. However, in young women under 40, it occurs from 7 to 20% of cases. Many authors distinguish breast cancer in young women as a separate disease entity with its own characteristics of the course and biology. Breast cancer in young women most often progresses more aggressively, is prone to early metastasis, and has a poor prognosis. Early diagnosis is essential for good treatment results. Therefore, the development of specific recommendations for the diagnosis of breast cancer, taking into account age, biological and psycho-emotional characteristics of young women, is an important step in healthcare. The article presents an analysis of 32 literature sources. The analysis of epidemiological data on breast cancer among women under 40 years of age is carried out and the features of the molecular genetic nature of breast cancer in women in this age group are considered. Diagnostic capabilities of mammography, digital tomosynthesis, ultrasound examination and magnetic resonance imaging of mammary glands are reflected. Both general recommendations for imaging investigation of breast cancer in young women, taking into account the current recommendations of international radiological societies, and recommendations for certain groups of patients: pregnant women and women at high risk of developing breast cancer are presented.

Keywords: breast cancer, mammography, ultrasound, breast MRI, high risk screening

После прочтения данной статьи рентгенолог должен знать: эпидемиологические данные и биологические особенности рака молочной железы у женщин в возрасте до 40 лет, оптимальные методы лучевой диагностики, применяемые у молодых женщин с подозрением на рак молочной железы, особенности рентгенологических проявлений рака молочной железы в данной

возрастной группе и обновленные протоколы скрининга молодых женщин группы высокого риска.

Рак молочной железы представляет собой глобальную проблему современного здравоохранения. Известно, что возраст является основным фактором риска рака молочной железы и данное заболевание чаще регистрируется в старшей возрастной груп-

пе. Несмотря на это, рак молочной железы встречается и у молодых женщин. «Молодые женщины», которые согласно общепринятому определению характеризуются как женщины в возрасте до 40 лет [1], составляют около 7% от всех женщин с диагнозом рак молочной железы в развитых странах и до 20% от всех женщин с раком молочной железы в развивающихся странах. Многие авторы отмечают плавное увеличение заболеваемости раком молочной железы именно в этой возрастной категории [2]. Данное заболевание лидирует в структуре смертности от онкозаболеваний у молодых женщин. Отмечается ряд специфических проблем, характерных для женщин молодого возраста с диагнозом рак молочной железы, таких как проблемы сохранения или восстановления фертильности после лечения, более частые генетические мутации, психосоциальные и адаптивные трудности [3]. Зачастую молодые женщины с данным диагнозом требуют иного диагностического и терапевтического подхода, чем женщины старшего возраста [4]. В связи с наличием ряда особенностей в течении и природе опухоли, молодые женщины с раком молочной железы выделены в особую когорту, разрабатываются специальные протоколы диагностики и лечения [5]. В то время как рак молочной железы у женщин старше 40 лет чаще выявляется с помощью скринингового маммографического обследования, у молодых женщин рак молочной железы чаще диагностируется по клиническим симптомам. Нередко наблюдается несвоевременная диагностика рака в этой возрастной группе в связи с недостаточной осведомленностью как самих женщин, так и медицинских работников [6]. Радиологи должны быть осведомлены о возможности данного заболевания в молодом возрасте и иметь соответствующий уровень подготовки и онконастороженности при обследовании молодых женщин, чтобы не пропустить рак молочной железы.

Статистика рака молочной железы у женщин моложе 40 лет. Рак молочной железы является наиболее распространенным онкологическим заболеванием у женщин в возрасте 15–39 лет. Около 6,6% всех случаев рака молочной железы диагностируется у женщин в возрасте до 40 лет, 2,4% у женщин до 35 лет и 1% у женщин до 30 лет [7]. Доля рака молочной железы, диагностируемого у молодых женщин, составляет 5–7% в развитых странах и до 20% в развивающихся странах. Например, по данным Российской Федерации женщины моложе 45 лет составляют около 23% от всех жен-

щин с впервые зарегистрированным раком молочной железы. Ежегодно диагностируется более 140 000 случаев рака молочной железы у молодых женщин по всему миру. И хотя 77% этих случаев зарегистрированы в развивающихся странах, стандартизованная заболеваемость с поправкой на возраст для женщин моложе 40 лет была выше в развитых странах (8,8 на 100 000 населения против 5,4 на 100 000 населения). Рак молочной железы является наиболее распространенным раком среди беременных и кормящих женщин и возникает в одном случае на каждые 3000-6000 беременностей. Почти 80% молодых женщин сами обнаруживают рак. Средний возраст обнаружения рака молочной железы у молодых женщин составляет 36 лет. Рак молочной железы у молодых женщин чаще выявляется на поздней стадии, либо из-за своего биологически агрессивного поведения, либо из-за отсутствия онконастороженности врачей и отсроченного диагноза [7]. У 57% молодых женщин заболевание выявляется на второй стадии или позднее. Показатели выживаемости при раке молочной железы сравнительно ниже для женщин младше 40 лет, чем для пожилых женщин, независимо от гистологического типа опухоли и стадии процесса [8].

Биологические особенности рака молочной железы у молодых женщин. Многочисленные исследования подтверждают что РМЖ, выявленный в молодом возрасте, имеет более агрессивное течение и худший прогноз по сравнению с раком молочной железы, выявленным позднее [9]. Опухоли, наблюдаемые у молодых пациенток, чаще демонстрируют следующие неблагоприятные прогностические особенности: отсутствие или низкая экспрессия рецепторов к стероидным гормонам (эстрогену и прогестерону), высокая степень ядерной активности (низко- или недифференцированные опухоли), больший размер опухоли, более частая вовлеченность региональных лимфатических узлов, гиперэкспрессия эпидермального фактора роста человека (Her2) и EGFR и более частая лимфоваскулярная инвазия [10, 11]. У молодых женщин чаще наблюдаются воспалительные формы рака молочной железы. Кроме этого, заболевание у молодых женщин чаще диагностируется на более поздних стадиях, что еще больше ухудшает прогноз и увеличивает риск рецидива и отдаленных метастазов [8]. Гормонпозитивные (люминальные) опухоли являются самым распространенным типом рака у молодых женщин [12]. Среди люминальных опухолей наиболее распространенным подтипом является подтип В вследствие

частой совместной экспрессии Her2 и/или высокой пролиферативной активности [13]. Однако необходимо отметить, что в данной возрастной группе чаще, чем в общей популяции рака молочной железы, встречаются более агрессивные фенотипы рака молочной железы – с гиперэкспрессией Her2neu и тройной негативный (базальный) фенотип, коррелирующие с более низкими показателями безрецидивной и общей выживаемости [11, 14]. Молекулярные подтипы рака молочной железы приведены в табл. 1 [15].

Мультимодальная лучевая диагностика рака молочной железы у молодых женщин [16]. Основные методы лучевой диагностики, используемые у молодых женщин: цифровая маммография, цифровой томосинтез, ультразвуковое исследование (УЗИ), контрастная магнитно-резонансная томография (МРТ) молочных желез. Маммографический скрининг среди женщин моложе 40 лет со средним риском рака молочной железы обычно не проводится из-за низкой вероятности рака в этой возрастной группе и относительной неэффективности маммографии в более плотной ткани молочной железы, характерной для молодых женщин.

После первичного клинического обследования врачами первичной медицинской помощи или врачами-маммологами женщины с симптомами заболеваний молочных желез обычно направляются на лучевое обследование. Основные симптомы, по поводу которых назначаются лучевые методы исследования, включают пальпируемое образование, кровянистые или прозрачные выделения из соска и локализованная боль в молочной железе.

Женщины моложе 30 лет. Радиологическое обследование должно начинаться с УЗИ молочных желез, данное исследование выполняется независимо от дня менструального цикла. Если на УЗИ обнаружена подозрительная находка (BIRADS категория 4), то обоснованно направление женщины на цифровую маммографию или цифровой томосинтез. Если первоначальная находка является скорее всего доброкачественной (BIRADS категория 3), то показано краткосрочное динамическое наблюдение через 6 месяцев с помощью УЗИ. Если первоначальное УЗИ не выявило никаких отклонений или выявило доброкачественные изменения (BIRADS категория 2), то обычно дальнейшее обследование с применением лучевых методов исследования не рекомендуется. Однако если данные клинического обследования (осмотра и пальпации) очень подозрительны, то цифровой томосинтез целесообразен и может помочь получить дополнительную диагностическую информацию.

Женщины 30–40 лет. Лучевые методы исследования начинаются со стандартной цифровой маммографии обеих молочных желез или цифрового томосинтеза в двух проекциях (краниокаудальная СС и медиолатеральная МLО). В случае необходимости должны использоваться дополнительные проекции маммографии (прицельная, прицельная с увеличением, различные укладки). Если маммография выявила типично доброкачественные изменения (жиросодержащие образования, гинекомастия у мужчин), то дальнейшее лучевое обследование не требуется.

Таблица 1 Молекулярные подтипы рака молочной железы

Молекулярный подтип	Описание	Комментарии
Люминальный А	ER + PR + Her2neu – Низкий Кі-67	Частота 30–45% Высоко и умеренно дифференцированные Медленный рост Лучший прогноз
Люминальный В	ER + PR + Her2neu +/- Высокий Ki-67	Частота 14–18% Более быстрый рост Прогноз хуже
Тройной негативный (базальный)	ER – PR – Her2neu -	Частота 27–39% Высокая агрессия опухоли Часто встречается в популяции носителей ВКСА и у молодых женщин Самый плохой прогноз
Her2neu позитивный	ER – PR – Her2neu +	Частота 8–15% Низкодифференцированные Чувствительны к трастузумабу Неблагоприятный прогноз

Если же результаты маммографического исследования, вероятно, доброкачественные (BIRADS категория 3) или подозрительные (BIRADS категория 4), необходимо назначить УЗИ молочных желез с тщательным осмотром зоны интереса.

Маммография даже у молодых женщин должна проводиться с обеих сторон для оценки симметрии и исключения возможного рака в контрлатеральной молочной железе. У женщин моложе 30 лет возможно проведение маммографии обеих молочных желез в одной медиолатеральной проекции с целью уменьшения дозы облучения.

МРТ у молодых женщин со средним риском развития РМЖ должна применяться в соответствии с общепринятыми мировыми рекомендациями: в трудных диагностических случаях, когда остальные методы лучевой диагностики не могут определить диагноз; в случае наличия метастазов рака молочной железы в аксиллярных лимфоузлах, когда первичное поражение в молочной железе не удалось выявить с помощью УЗИ и маммографии; в случае подтвержденного РМЖ – для определения распространенности процесса и для предоперационного планирования; после проведенного оперативного лечения в случае положительных краев резекции - для определения резидуальной опухоли; для оценки имплантов молочной железы при подозрении на их повреждение (без контраста); у пациенток принимающих неоадъювантную химиотерапию - для контроля динамики лечения.

молочной железы, связанный с беременностью и лактацией. Рак молочной железы, связанный с беременностью, определяется как рак молочной железы, диагностированный во время беременности, в течение первого года после родов или в течение всего периода лактации. Он составляет до 10% всех случаев рака молочной железы и обладает неблагоприятными прогностическими признаками: более крупные размеры опухоли (в среднем 3,5 см), метастазы в регионарных лимфоузлах, выраженная лимфоваскулярная инвазия, частые отдаленные метастазы, отсутствие рецепторов к половым гормонам [17]. Большой размер опухоли к моменту установки диагноза, возможно, связан с более агрессивной природой опухоли, ее ускоренным развитием под влиянием гормонов беременности и лактации или с отсроченной диагностикой, так как патологические образования часто принимаются за нормальные физиологические изменения беременности и лактации [13, 18]. Рак молочной железы, связанный с беременностью, представляет собой актуальную проблему современной онкологии, так как все больше женщин откладывают деторождение на более поздний срок [19].

Риск рака молочной железы, связанного с беременностью, является наибольшим у первородящих женщин старшего возраста (старше 30 лет). Наиболее распространенный симптом рака молочной железы при беременности — это пальпируемое уплотнение или образование в молочной железе [18]. Поэтому полное радиологическое обследование женщин с любыми жалобами не должно быть отложено до момента родов или окончания лактации. УЗИ молочной железы и маммография безопасны и эффективны на любом сроке беременности [20].

УЗИ является методом выбора у беременных и кормящих пациенток из-за его радиационной безопасности и высокой чувствительности в отношении рака молочной железы, связанного с беременностью [20]. Если УЗИ молочных желез не выявило отклонений или выявило подозрительные изменения в молочной железе, то целесообразно проведение маммографии обеих молочных желез или томосинтеза в двух стандартных проекциях. Цифровой томосинтез представляет собой новый этап в эволюции цифровой рентгеновской маммографии, позволяющий получать псевдообъемные изображения тканей молочной железы и уменьшить эффект наложения тканей [21]. Доза излучения при таком обследовании меньше 3 мГр, что соответствует примерно семи неделям экспозиции к фоновой радиации [22]. Доза, получаемая плодом и маткой, меньше 0,03 мГр [23]. Пороговым значением, при котором доказано наличие отрицательного эффекта на человеческий плод, составляет примерно 100 мГр, неопределенный эффект на плод зафиксирован в дозе между 50 и 100 мГр [24]. Беременным пациенткам рекомендуется дополнительная защита области матки просвинцованным фартуком [20]. с контрастированием не применяется у беременных пациенток, так как действие гадолиний-содержащего контрастного вещества на плод недостаточно изучено.

Лучевая диагностика пациенток в период лактации не отличается от диагностики нелактирующих пациенток. МРТ молочных желез безопасно в период лактации и не имеет специфических противопоказаний в этот период. Необходимо отметить что усиленное кровоснабжение молочной железы в этот период может ограничить чувствительность метода. Чувстви-

тельность маммографии также может быть ограничена в связи с лактационными изменениями ткани молочных желез, однако такие косвенные симптомы, как кальцинаты, асимметричная плотность, подмышечная лимфаденопатия, утолщение и отек кожи и паренхимы желез, могут помочь диагностировать маммографически оккультный рак молочной железы, связанный с беременностью.

Рак молочной железы у беременных и кормящих женщин сонографически часто выглядит как округлое или овальное образование с относительно четким контуром с параллельной ориентацией и дистальным акустическим усилением. Кроме того, он может визуализироваться как неоднородное кистозное образование, где кистозный компонент представляет собой область некроза. Биопсия рекомендуется при обнаружении любого нового солидного образования. Возможные осложнения биопсии у беременных и кормящих пациентов включают риск развития молочного свища и повышенный риск кровотечения.

На сегодняшний день лечение рака молочной железы, диагностированного во время беременности, не требует обязательного терапевтического аборта. Если заболевание выявлено в первом триместре, решение о терминации беременности принимается после обсуждения ситуации с пациенткой и оценки всех возможных рисков как для здоровья женщины, так и для вынашивания беременности. Большинство процедур, включая биопсию сторожевого лимфатического узла, системную терапию с таксанами или агентами платины можно безопасно применять во время 2-3 триместра после тщательной оценки риска/преимуществ для матери и ребенка [25].

Другие виды лечения, такие как лучевая терапия, гормональная терапия или анти-Her2neu терапия, не применяются во время беременности, но могут быть рассмотрены в некоторых случаях.

Прогноз рака молочной железы, связанного с беременностью, остается неясным, но в одном из крупнейших обсервационных исследований было показано что общий прогноз этого заболевания не отличается от прогноза рака молочной железы в общей популяции пациенток [26–28].

Молодые женщины из группы высокого риска. Цели оценки риска рака молочной железы: выявление женщин с наследственными синдромами рака; выявление женщин с «семейным риском» рака молочной железы; персонализация рекомендаций по скринингу; определение группы женщин, которым необходимо рас-

смотреть дополнительные активные меры профилактики рака молочной железы (тамоксифен или профилактическую мастэктомию). Маммография — это единственный метод лучевой диагностики, применение которого приводит к достоверному снижению смертности от рака молочной железы, однако ее применение связано с облучением, которое может иметь эффект накопления, особенно если маммографический скрининг начинается в молодом возрасте.

МРТ является более чувствительной методикой и способна обнаруживать более мелкие опухоли на более ранних стадиях. Однако метод относится к дорогостоящим и на данный момент недоступен для подавляющего большинства населения наших стран [29]. Американские и европейские рекомендации рекомендуют проведение МРТ молочных желез исключительно в центрах, имеющих соответствующие условия для проведения вакуумной аспирационной биопсии под МРТ-контролем. Кроме того, пока не было доказано снижение смертности от применения МРТ-скрининга.

Скрининг женщин из группы высокого риска [30]. Высокий риск рака молочной железы определяется как риск развития рака более 20% в течение жизни женщины. Данный риск высчитывается с помощью специальных математических инструментов для измерения риска развития рака молочной железы (Шкала Тайрера – Кьюзика, модель BRCAPRO и т.п.). К основным факторам риска рака молочной железы в молодом возрасте относятся: отягощенный семейный анамнез (рак молочной железы или яичников, диагностированный в возрасте до 50 лет у самой пациентки или у родственницы первой линии, рак грудной железы у мужчин в семье), наличие мутаций генов BRCA1, BRCA2, CHEK2, TP53 и т.п. у родственников первой линии или у самой пациентки [7]. В литературе отмечают повышенный риск смерти от рака молочной железы среди женщин носительниц генетических мутаций BRCA по сравнению с общей популяцией, кроме того отмечается что роды не имеют защитного эффекта в отношении данных женщин и, напротив, рожавшие носительницы данных мутаций заболевают в 1,7 раз чаще, чем нерожавшие, и каждая последующая беременность повышает их риск рака молочной железы [3]. Доля носителей BRCA среди молодых женщин с раком молочной железы выше, чем в общей популяции пациенток с этим заболеванием. Генетическое тестирование выявляет причинно-следственные генетические мутации у 3–33 % молодых пациенток.

 Таблица 2

 Рекомендации для скрининга женщин с высоким риском развития рака молочной железы

US Preventive	National Comprehensive	American Cancer	American College	American Society
Task Force	Cancer Network (NCCN)	Society (ACS)	of Radiology	of Breast Surgeons
2016	2018	2017	(ACR) 2017	2015
Женщинам, имеющим семейный анамнез рака молочной железы, рекомендуется начать маммографический скрининг с 40 лет (в то время как всем остальным женщинам рекомендуется начать маммографический скрининг в 50 лет)	25–29 лет: ежегодное МРТ молочных желез с контрастрованием 30–75 лет: ежегодное МРТ молочных желез + маммография >75 лет: индивидуальные рекомендации скрининга, основанные на общем состоянии здоровья и ожидаемой продолжительности жизни	≥30 лет: еже- годное МРТ мо- лочных желез + маммография	Между 25 и 30 лет: ежегод- ное МРТ молоч- ных желез >30 лет: еже- годное МРТ мо- лочных желез + маммография или цифровой томосинтез	Использование калькулятора для оценки риска развития рака молочной железы Используют рекомендации ACS или NCCN

Применение скрининга в группах высокого риска не изучено так глубоко, как применение маммографического скрининга в общей популяции. Однако известно, что МРТ является наиболее чувствительным методом для скрининга женщин высокого риска. Его чувствительность составляет 90,0% против 40% для маммографии и 40% для ультразвука [31]. МРТ в комбинации с маммографией имеет чувствительность около 93% [32].

В табл. 2 представлены рекомендации для скрининга женщин высокого риска.

Согласно современным рекомендациям Американской коллегии радиологов рекомендован ежегодный скрининг с применением МРТ молочной железы с контрастированием начиная с 25-летнего возраста. С 30-летнего возраста к этому режиму необходимо подключить ежегодную цифровую маммографию. Женщины, получившие в детстве облучение грудной стенки, должны начать скрининг в возрасте 25 лет или спустя 8 после завершения терапии в зависимости от того, какое из событий наступает позднее. УЗИ молочной железы служит дополнительным методом скрининга у тех женщин, которые в силу противопоказаний не могут пройти МРТ.

Существует множество нерешенных вопросов относительно скрининга группы высокого риска. Например, возможная более высокая восприимчивость носителей мутаций BRCA1 к неблагоприятным последствиям излучения, расписание МРТ и маммографии (следует ли их выполнять одномоментно или чередовать каждые 6 месяцев).

Заключение

Рак молочной железы у молодых женщин, как правило, имеет более агрессив-

молекулярную природу, склонен к быстрому прогрессированию и метастазированию и часто связан с неблагоприятным прогнозом. Немаловажное значение в неудовлетворительных результатах лечения играет и поздняя диагностика этого грозного заболевания в связи с недостаточной осведомленностью медицинских работников. Лучевые методы исследования у женщин с подозрением на рак молочной железы должны назначаться своевременно и не должны быть отложены в связи с предполагаемыми противопоказаниями в виде беременности или лактации. Ультразвуковое исследование молочных желез в сочетании с маммографией или цифровым томосинтезом является безопасным методом выбора лучевой диагностики при обследовании молодых женщин. МРТ играет решающую роль в скрининге молодых женщин с высоким риском развития рака молочной железы. Женщины в возрасте до 40 лет имеют особенности, которые необходимо учитывать во время диагностики рака молочной железы.

Авторы выражают благодарность Dr. Ojeda-Fournier за помощь в написании статьи.

Список литературы

- 1. Cardoso F., Loibl S., Pagani O., Graziottin A., Panizza P., Martincich L., et al. The European Society of Breast Cancer Specialists recommendations for the management of young women with breast cancer. Eur J Cancer. 2012. Vol. 48 (18). P. 3355–77.
- 2. Автомонов Д.Е., Пароконная А.А., Любченко Л.Н., Нечушкин М.И., Поспехова Н.И. Клинико-морфологические характеристики и прогноз BRCA-ассоциированного рака молочной железы у женщин репродуктивного возраста // Опухоли женской репродуктивной системы. 2012. № 1. С. 20–24.
- 3. Щепотин И.Б., Зотов А.С., Лебедева О.И. Рак грудной железы и репродуктивная функция женщины: рак грудной железы у беременных и вопросы сохранения фертильности после лечения // Клиническая Онкология. 2012. № 1. С. 59–63.

- 4. Paluch-Shimon S., Pagani O., Partridge A.H., Bar-Meir E., Fallowfield L., Fenlon D., et al. Second international consensus guidelines for breast cancer in young women (BCY2). The Breast. 2016. Vol. 26. P. 87–99.
- 5. Колядина И.В., Поддубная И.В., Van De Velde C.J.Н., Kuppen P.J.K., Dekker-Ensink N.G., De Kruijf E., Sajet A., Liefers G.J., Bastiaannet E., Франк Г.А., Комов Д.В., Ожерельев А.С., Карселадзе А.И., Ермилова В.Д., Вишневская Я.В., Макаренко Н.П., Тетерин К.А., Банов С.М. Прогностическое значение возраста больных при раннем раке молочной железы // Современные технологии в медицине. 2012. No. 3. P. 31–35.
- 6. Rosenberg R., Levy-Schwartzf R. Breast Cancer in Women Younger Than 40 Years. Int J. Pertil. 2003. P. 200–205.
- 7. Assi H.A., Khoury K.E., Dbouk H., Khalil L.E., Mouhieddine T.H., El Saghir N.S. Epidemiology and prognosis of breast cancer in young women. J. Thorac Dis. 2013. Vol. 5(1). P. S2–8.
- 8. Anders C.K., Johnson R., Litton J., Phillips M., Bleyer A. Breast Cancer Before Age 40 Years. Semin Oncol. 2009. Vol. 36 (3). P. 237–249.
- 9. Kim I., Park S., Hwang H., Lee J.S., Ko S.M., Kim S.I., et al. Clinical Significance of Age at the Time of Diagnosis among Young Breast Cancer Patients. J Breast Cancer. 2011. Vol. 14 (4). P. 314–321.
- 10. Bharat A., Aft R.L., Gao F., Margenthaler J.A. Patient and tumor characteristics associated with increased mortality in young women (≤40 years) with breast cancer. J. Surg Oncol. 2009. Vol. 100 (3). P. 248–251.
- 11. Sidoni A., Cavaliere A., Bellezza G., Scheibel M., Bucciarelli E. Breast cancer in young women: clinicopathological features and biological specificity. The Breast. 2003. Vol. 12 (4). P. 247–250.
- 12. Aebi S., Gelber S., Castiglione-Gertsch M., Gelber R.D., Collins J., Thürlimann B., et al. Is chemotherapy alone adequate for young women with oestrogen-receptor-positive breast cancer? The Lancet. 2000. Vol. 355 (9218). P. 1869–1874.
- 13. Collins L.C., Marotti J.D., Gelber S., Cole K., Ruddy K., Kereakoglow S., et al. Pathologic features and molecular phenotype by patient age in a large cohort of young women with breast cancer. Breast Cancer Res Treat. 2012. Vol. 131 (3). P. 1061–1066.
- 14. Chollet-Hinton L., Anders C.K., Tse C.-K., Bell M.B., Yang Y.C., Carey L.A., et al. Breast cancer biologic and etiologic heterogeneity by young age and menopausal status in the Carolina Breast Cancer Study: a case-control study. Breast Cancer Res. 2016. Vol. 18 (1). P. 79.
- 15. Кулигина Е.Ш. Эпидемиологические и молекулярные аспекты рака молочной железы // Практическая онкология. 2010. № 11 (4). С. 203–216.
- 16. American College of Radiology ACR Appropriateness Criteria Palpable breast masses. [Электронный ресурс]. URL: https://acsearch.acr.org/docs/69495/Narrative/ (дата обращения 26.02.2021).
- 17. Curigliano G., Rigo R., Colleoni M., de Braud F, Nolè F., Formica V., et al. Adjuvant Therapy for Very Young Women with Breast Cancer: Response According to Biologic and Endocrine Features. Clin Breast Cancer. 2004. Vol. 5 (2). P. 125–130.
- 18. Al-Amri A.M. Clinical presentation and causes of the delayed diagnosis of breast cancer in patients with pregnancy

- associated breast cancer. J. Fam Community Med. 2015. Vol. 22 (2), P. 96–100.
- 19. Andersson T.M.-L., Johansson A.L.V., Fredriksson I., Lambe M. Cancer during pregnancy and the postpartum period: A population-based study. Cancer. 2015. Vol. 121 (12). P. 2072–2077.
- 20. Vashi R., Hooley R., Butler R., Geisel J., Philpotts L. Breast imaging of the pregnant and lactating patient: imaging modalities and pregnancy-associated breast cancer. AJR Am J. Roentgenol. 2013. Vol. 200 (2). P. 321–328.
- 21. Сулейменова Д.М., Айнакулова А.С., Жолдыбай Ж.Ж. Цифровой томосинтез молочных желез: физические основы метода (обзор литературы) // Вестник КазНМУ. 2020. № 1. С. 153-157.
- 22. Wang P.I., Chong S.T., Kielar A.Z., Kelly A.M., Knoepp U.D., Mazza M.B., et al. Imaging of pregnant and lactating patients: part 1, evidence-based review and recommendations. AJR Am J. Roentgenol. 2012. Vol. 198 (4). P. 778–784.
- 23. Sechopoulos I., Suryanarayanan S., Vedantham S., D'Orsi C.J., Karellas A. Radiation Dose to Organs and Tissues from Mammography: Monte Carlo and Phantom Study. Radiology. 2008. Vol. 246 (2). P. 434–443.
- 24. Stovall M., Blackwell C.R., Cundiff J., Novack D.H., Palta J.R., Wagner L.K., et al. Fetal dose from radiotherapy with photon beams: report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 36. Med Phys. 1995. Vol. 22 (1). P. 63–82.
- 25. Williams S.F., Schilsky R.L. Antineoplastic drugs administered during pregnancy. Semin Oncol. 2000. Vol. 27 (6). P. 618–622.
- 26. Lee G.E. Mayer E.L., Partridge A. Prognosis of pregnancy-associated breast cancer. Breast Cancer Res Treat. 2017. Vol. 163 (3). P. 417–421.
- 27. Azim H.A., Santoro L., Russell-Edu W., Pentheroudakis G., Pavlidis N., Peccatori F.A. Prognosis of pregnancy-associated breast cancer: A meta-analysis of 30 studies. Cancer Treat Rev. 2012. Vol. 38 (7). P. 834–842.
- 28. Amant F., von Minckwitz G., Han S.N., Bontenbal M., Ring A.E., Giermek J., et al. Prognosis of women with primary breast cancer diagnosed during pregnancy: results from an international collaborative study. J Clin Oncol Off J. Am Soc Clin Oncol. 2013. Vol. 31 (20). P. 2532–2539.
- 29. Айнакулова А.С., Кайдарова Д.Р., Жолдыбай Ж.Ж., Жакенова Ж.К., Иноземцева Н.И., Сулейменова Д.М. и др. Сравнительный анализ контрастной спектральной маммографии и МРТ молочных желез (литературный обзор) // Вестник КазНМУ. 2020. № 2. С. 135–139.
- 30. American College of Radiology ACR Apropriateness Criteria Breast Cancer Screening [Электронный ресурс]. URL: https://acsearch.acr.org/docs/70910/Narrative/ (дата обращения: 26.02.2021).
- 31. Riedl C.C., Luft N., Bernhart C., Weber M., Bernathova M., Tea M.-K.M., et al. Triple-Modality Screening Trial for Familial Breast Cancer Underlines the Importance of Magnetic Resonance Imaging and Questions the Role of Mammography and Ultrasound Regardless of Patient Mutation Status, Age, and Breast Density. J. Clin Oncol. 2015. Vol. 33 (10). P. 1128–1135.
- 32. Mainiero M.B., Moy L., Baron P., Didwania A.D., diFlorio R.M., et al. Expert Panel on Breast Imaging.ACR Appropriateness Criteria® Breast Cancer Screening. J. Am Coll Radiol JACR. 2017. Vl. 14 (11S). P. S383–90.

УДК 616.74-082

МАНУАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА МЫШЕЧНО-СКЕЛЕТНЫХ БОЛЕЙ Яруллина И.Х., Садыкова Г.А., Осинцев В.М.

ГБУЗ РБ «Городская клиническая больница № 21», Уфа, e-mail: artart8888@yandex.ru

Использование мануальной медицины при лечении болей в позвоночнике насчитывает многовековую историю. Развитие метода в нашей стране началось с начала 1980-х гг., а с 1997 г. мануальная терапия стала самостоятельной врачебной специальностью. Была организована профессиональная переподготовка, и за короткое время удалось сформировать отечественную школу мануальной медицины, базирующуюся на передовых достижениях физиологии, неврологии, ортопедии и рентгенологии. Мануальная терапия заняла достойное место в комплексном восстановительном лечении, наиболее эффективные результаты были получены при лечении опорно-двигательной системы. Мышечно-скелетные боли - одно из распространенных патологических состояний, наиболее часто встречающееся у лиц трудоспособного возраста, что делает проблему весьма актуальной. Мануальная медицина включает в себя и диагностические методы, основанные на визуальном осмотре, как в статическом, так и динамическом режиме, функциональных тестах и пальпации. Диагностический алгоритм включает в себя нейровизуализационное, нейроортопедическое и сонографическое исследование. Большое влияние на патопластику заболевания оказывают неблагоприятные производственные факторы и психоэмоциональное состояние пациентов, диктующие необходимость мультидисциплинарного подхода при реализации программ реабилитации и последующей вторичной профилактики. Лечебная тактика больных с мышечно-скелетными болями должна соответствовать общим принципам современной медицины: персонализации, предикции, превентивности и партисипативности.

Ключевые слова: мануальная медицина, мышечно-скелетные боли, обследование, лечение

MANUAL MEDICINE OF MUSCULOSKELETAL PAIN Yarullina I.Kh., Sadykova G.A., Osintsev V.M.

City Clinical Hospital № 21, Ufa, e-mail: artart8888@yandex.ru

The use of manual medicine in the treatment of spinal pain has a long history. The development of the method in our country began in the early 80s of the last century, and since 1997, manual therapy has become an independent medical specialty. Professional retraining was organized and in a short time it was possible to form a domestic school of manual medicine, based on the advanced achievements of physiology, neurology, orthopedics and radiology. Manual therapy has taken a worthy place in the complex rehabilitation treatment, the most effective results were obtained in the treatment of the musculoskeletal system. Musculoskeletal pain is one of the most common pathological conditions, most often occurring in people of working age, which makes the problem very relevant. Manual medicine also includes diagnostic methods based on visual examination, both in static and dynamic mode, functional tests and palpation. The diagnostic algorithm includes neuroimaging, neuroorthopedic, and sonographic studies. The pathoplasty of the disease is greatly influenced by unfavorable production factors and the psycho-emotional state of patients, which dictate the need for a multidisciplinary approach in the implementation of rehabilitation programs and subsequent secondary prevention. The therapeutic tactics of patients with musculoskeletal pain should comply with the general principles of modern medicine: personalization, prediction, prevention and participativity.

Keywords: manual medicine, musculoskeletal pain, examination, treatment

Мануальная медицина включает в себя диагностику, лечение и профилактику функциональных нарушений опорно-двигательной системы и базируется на неврологических знаниях и основывается на нозологическом подходе. Для коррекции функциональных локомоторных нарушений используют различные техники мануальной терапии. Наряду с термином «мануальная медицина» в западных странах встречаются и другие названия метода: «мышечно-скелетная медицина», «нейромышечная медицина», «ортопедическая медицина» и др. [1–3].

История мануальной медицины уходит вглубь веков и насчитывает уже около четырех тысячелетий. Ручные методы воздействия на позвоночник и суставы были хорошо известны в древнем Египте, Индии, Китае. В России было развито костоправство, которое применялось при травмах

и заболеваниях позвоночника и конечностей. Во второй половине XIX в. мануальная терапия разделилась на два направления – остеопатию и хиропрактику, которые базировались на разных научных теориях, различными были и техника выполнения манипуляций. Во второй половине XX в. официальная медицина стала признавать мануальную терапию, что нашло свое отражение в научных работах и журнальных статьях [4–6].

Развитие мануальной медицины в России имеет свои особенности, связанные с тем, что проблемой болей в области позвоночника занимались в основном неврологи, тогда как за рубежом боль мышечно-скелетная боль (МСБ) является прерогативой ревматологов [7–9].

В 1980-е гг. в СССР мануальная терапия была официально признана как метод лечения, использование которого было разреше-

но только врачам с базовым образованием по неврологии и ортопедии. Вскоре была организована профессиональная переподготовка в Казани, Новокузнецке, Москве, Ленинграде, Уфе. Курсы повышения квалификации, как правило, открывались при кафедрах неврологии. Необходимо отметить, что к этому времени спондилогенные поражения нервной системы были изучены достаточно хорошо, а вертеброневрология являлась приоритетным направлением многих неврологических школ. Поэтому врачивертеброневрологи получили эффективный немедикаментозный метод лечения - мануальную терапию. За короткое время удалось сформировать отечественную школу мануальной медицины, базирующуюся на передовых достижениях физиологии, неврологии, ортопедии и рентгенологии. Мануальная терапия заняла достойное место в комплексном восстановительном лечении, наиболее эффективные результаты были получены при лечении опорно-двигательной системы. Окончательным признанием явился приказ № 365 от 10 декабря 1997 г., когда мануальная терапия стала самостоятельной врачебной специальностью, включенной в Реестр Министерства здравоохранения Российской Федерации [10].

При мультидисциплинарном подходе к лечению МСБ мануальная медицина занимает одну из ведущих позиций вследствие возможности быстрого и качественного устранения биомеханических нарушений, устранения постуральных и викарных миоадаптивных перегрузок, причем отмечается саногенетическая направленность мануальной терапии. Традиционно при лечении мануальной терапией обратимых поражений опорно-двигательной системы используют различные подходы. Если в период становления мануальной терапии в нашей стране отмечалось использование жестких, ударных техник, базирующихся на народной медицине, костоправстве, то в последующем, после изучения опыта зарубежных школ, стали превалировать мягкие, щадящие методы лечения, а в последние десятилетия – остеопатия [11–13].

При лечении наиболее часто используют классические методы мануальной терапии: мобилизацию, манипуляцию, постизометрическую релаксацию мышц (ПИР), миофасциальный релиз (МФР), мышечноэнергетические техники (МЭТ), метод растяжения-противорастяжения и др. [14–16].

Выполнение мобилизационной техники заключается в повторяющихся пассивных движениях в позвоночнике и периферических суставах в пределах физиологической нормы, используется для лечения хрони-

ческих заболеваний, выраженном болевом синдроме, значительных дистрофических изменениях суставов. Сюда же можно отнести и пассивное вытяжение позвоночника и периферических суставов, главная цель такого воздействия - увеличение расстояния между поверхностями суставов. Необходимо достичь максимальной амплитуды движения, сохраняя при этом минимальную скорость для того, чтобы избежать травмирования тканей и мышц. Рекомендуется использование наклонов и ротации позвонков. Осторожные, пассивные смещения суставов выполняются врачом до своего физиологического предела. Это позволяет увеличить общую подвижность сустава, нормализовать кровообращение и устранить, снять отечность в мягких тканях пораженного участка. Манипуляцию же относят к высокоскоростной, низкоамплитудной технике, которая выполняется, чуть превышая физиологический предел движения в суставе. Эта техника проводится с особой осторожностью, поскольку каждое неправильное движение врача может привести к серьезным травмам и осложнениям. Данная техника позволяет уменьшить остроту боли, восстановить движение в суставе [17–19].

Метод ПИР хорошо себя зарекомендовал при выраженном болевом синдроме, а также при лечении пациентов с наличием тревожных, депрессивных и ипохондрических симптомов. Физиологической основой метода является способность мышц к релаксации после напряжения мышцы в статическом режиме в течение 7-10 с. Наиболее выраженный антиноцицептивный эффект и максимальное расслабление напряженной мышцы, как правило, наступает после 5-7 повторений процедуры. Если ПИР проведена правильно и в достаточном объёме, то отмечается купирование активной миофасциальной триггерной точки, характерно исчезновение локальной боли и повышенного мышечного тонуса, что приводит к нормализации проприоцептивной импульсации. В некоторых случаях постизометрическая релаксация может привести к самопроизвольной коррекции блокированного сегмента позвоночника или периферического сустава, являясь «мягкой» манипуляцией. Методика, как правило, купирует очаг ирритации, приводя к редукции измененного мышечного стереотипа. МФР базируется на четкой диагностике зоны воздействия, которая пальпаторно выявляется как зона минимального смещения тканей. В качестве сравнения используют симметрично расположенные зоны позвоночных мышц. В начале процедуры врач осуществляет усиливающуюся компрессию в области напряженной мышцы, затем осуществляет тракцию мышцы и ее скручивание. Эффективность процедуры оценивается по степени расслабления мышцы, которое сопровождается ее гиперемией [20–22].

МЭТ направлены на устранение соматической дисфункции, метод позволяет диагностировать экстензионный или флексионный вариант нарушения, что определяет технику проведения мануальной терапии. Физиологическое объяснение методики основано на нарушении биомеханики суставов позвоночника и соответствующих мышечно-тонических феноменов, для коррекции которых используется изометрическое напряжение и ПИР, а также механизм обратной связи, способствующий сохранению длины мышцы. Техника эффективна при ограничении движения в суставах, миоадаптивных нарушениях, а также нейрососудистых изменениях.

Применение функциональных техник заключается в смещении сустава позвоночника сначала в сторону свободного движения, а затем в сторону повреждения до ощущения расслабления тканей и уравновешивания сегмента позвоночника или периферического сустава, что способствует самокоррекции мышечно-связочного аппарата. Метод растяжения-противорастяжения заключается в определении чувствительной зоны в области мышц позвоночника, с последующим сближением мышечно-фасциальных структур для уменьшения болезненности в мышце, нормализуя проприоцептивную систему и способствует устранению миоадаптивных нарушений [23–25].

Важное место в мануальной медицине занимает диагностика, основанная на визуальном осмотре, как в статическом, так и динамическом режиме, функциональных тестах и пальпации. Биомеханические нарушения можно выявить с использованием инструментальных методов, позволяющих определить ограничение движения в позвоночнике в сагиттальной, фронтальной плоскостях и при ротации. Также можно определить лордоз шейного и поясничного отделов позвоночника. Кроме пальпаторной оценки мышечного тонуса, определяемой в возможности деформации мышцы при пальпации, проводят исследование при помощи миотонометра. Болевой синдром также оценивают по степеням: первая - незначительная; вторая - умеренная, сопровождающаяся мимической реакцией, третья - выраженная болезненность с двигательной реакцией [26–28].

Обследование пациентов должно включать в себя молестио-анамнестическое и неврологическое исследования для уста-

новления генеза МСБ, дифференциальную диагностику со специфическими болевыми синдромами вследствие воспалительных и онкологических заболеваний, следует исключить острое травматическое поражение позвоночника и отраженные боли при соматической патологии (красные флажки) [29—31]. Нельзя также недооценивать влияние на развитие данного страдания и различных психосоциальных факторов [32—34].

Рентгенография позвоночника ется неотъемлемой частью комплексного исследования при МСБ, которое проводят в переднезадней и боковой и косых проекциях. При обследовании стоя можно оценить адаптационные возможности системы позвоночно-двигательных сегментов в условиях воздействия фактора гравитации. Для четкой визуализации краниоцервикального и атлантоаксиального сочленений рекомендуется выполнять съемку, открыв рот пациенту. Степень рентгенографических изменений от I до IV стадии оценивают по Зекеру с указанием уровня рентгенологических изменений, указывающих на наличие вертебральных деформаций, уплощения диска и передних и задних экзостозов. Многие авторы отмечают диссоциацию между клинической картиной заболевания и степенью рентгенологических изменений позвоночника. Ранняя диагностика поражений суставно-связочного аппарата и межпозвоночного диска возможна при проведении функциональной рентгенографии, выполненной при максимальном сгибании и разгибании позвоночника, что позволяет выявить биомеханические нарушения - гипомобильность и нестабильность. Такие лучевые методы, как миелография, эпидурография, дискография, пневмомиелография, используются реже из-за возможных осложнений. Радиографические и ангиографические методы обследования используются для выявления сосудистых нарушений при шейных болевых синдромах. В последние десятилетия диагностические возможности МСБ существенно расширились за счет нейровизуализации, к которой относят компьютерную томографию и магнитно-резонансную томографию. На компьютерной томограмме (КТ) определяются тело позвонка, его ножки, дуга, образующие полное кольцо. Кроме того, отчетливо видны отростки, желтые связки, спинной мозг и корешки, наличие экструзии диска. Однако в связи с наложением тени плечевого пояса информативность КТ шейного отдела позвоночника составляет около 50%. При денситометрии устанавливается снижение плотности тел позвонков при остеопорозе. Высокое контрастное разрешение, позволяющее изучить паравертебральные мягкие ткани, дает магнитно-резонансная томография (МРТ), причем изображения можно получать в любых проекциях. Для выявления нарушений костного метаболизма, выявления очагов некроза, определение злокачественных заболеваний костного скелета или их метастатического поражения используется сцинтиграфия, что играет существенную роль в дифференциальной диагностике и позволяет выявить специфические поражения позвоночника [35, 36].

При исследовании и оценке болевого синдрома необходимо учитывать психологические, поведенческие, профессиональные, социально-экономические факторы. Наличие тревожных, депрессивных симптомов, лекарственной зависимости, неудовлетворённости работой, низкий социальный статус могут быть факторами риска негативного терапевтического прогноза, хронизации боли и, как следствие, долговременной нетрудоспособности, приводящие к катастрофизации боли. Эти психосоциальные факторы объединяют термином «жёлтые флажки». Боль – сложный феномен, включающий биологический, психофизиологический и социальный факторы, всегда связана с эмоционально-психологическими переживаниями, на основе которых формируется болевое поведение. Зачастую на производстве у пациента вознеблагоприятный никает микроклимат в коллективе, приводящий к низкой степени удовлетворённости работой, обусловливающий негативное отношение и отсутствие поддержки со стороны руководства и коллег - «голубые флажки». У ряда пациентов в последующем развиваются рентные установки, увеличивающие вероятность использования боли как источника получения выгоды. Все это приводит к аггравации жалоб на функциональные нарушения со стороны опорно-двигательной системы, что ведет к отказу от участия пациента в реабилитационных мероприятиях: занятиях лечебной физкультурой, профилактических курсах массажа, гидрокинезотерапии и пр., которые «не приносят пользы» - «черные флажки». Также отмечено, что у лиц с неблагоприятными производственными факторами, такими как переохлаждение, немеханизированный труд, сквозняки, вибрация, они приводят к более тяжелому течению заболевания [37-39].

Болевой синдром, моторные и поведенческие реакции, восприятие боли, двигательные и поведенческие реакции формируются не только на основе их взаимодействия, но и зависят от состояния

центральных структур и их ассоциативных связей, прошлого опыта, индивидуальных особенностей пациента. Психогенный болевой синдром в настоящее время рассматривается в рамках соматоформного болевого расстройства. Считается, что при этом типе боли психогенный фактор является ведущим, а симптомы заболевания невозможно объяснить только соматической патологией. При ипохондрическом расстройстве пациент рассматривает боль как признак серьезного заболевания, убежден в наличии у него «тяжелой патологии», игнорирует объективные данные исследования и врачебные заключения, которых, как правило, бывает много [40, 41].

Необходимо отметить, что в России мануальную терапию используют, как правило, в комплексном лечении МСБ в сочетании с медикаментозной терапией, лечебными блокадами, физиотерапией, лечебной физкультурой, которые существенно повышают её эффективность. Лечебную физкультуру проводят по индивидуальному комплексу, начиная занятия в острый период, задачей которого является обучение пациентов правильному исполнению упражнений, в период неполной ремиссии, двигательный режим свободный. Рекомендуют упражнения, направленные на укрепление мышц-стабилизаторов позвоночника и формирование оптимальной осанки. При полной ремиссии целесообразно проведение утренней гигиенической гимнастики, гидрокинезотерапии с исключением резких наклонов, поднятия тяжестей, прыжков. Для купирования болевого синдрома широко используют гальванизацию, магнитотерапию, ультразвуковую терапию или фонофорез гидрокортизона, лазеротерапию. Лечебная тактика заключается в исключении неблагоприятных стато-динамических нагрузок, щадящем характере лечебных воздействий, своевременности, преемственности, комплексности и непрерывности, что полностью соответствует принципам современной медицины: персонализация, предикция, превентивность и партисипативность.

Медикаментозная терапия направлена на купирование острой боли, когда проведение мануальной терапии невозможно. Лекарственные препараты назначают для купирования локального воспаления, тонусных нарушений, медикаментозными средствами «первой линии» являются нестероидные противовоспалительные препараты. В случае мышечного гипертонуса успешно применяются миорелаксанты, к средствам усиливающим антиноцицептивную активность и метаболизм нервной

ткани, относят мильгамму, комбилипен, нейробион, в состав которых входят В1, В6, В12 в высоких дозах. При выраженном болевом синдроме при радикулопатиях назначают антиконвульсанты, антидепрессанты и транквилизаторы. При стойком болевом синдроме и неэффективности консервативной терапии в течение 2—4 недель, назначают инъекционные лекарственные блокады [42—44].

Восстановительное лечение МСБ включает в себя:

- 1. Уменьшение и полное устранение болевого синдрома.
- 2. Купирование проприоцептивных нарушений.
- 3. Устранение микроциркуляторных нарушений в позвоночнике.
- 4. Восстановление нарушенных нервномышечных тканей и межпозвоночного диска.
- 5. Устранение постуральных и викарных миоадаптивных нарушений.
 - 6. Купирование вегетативных проявлений.
- 8. Закрепление оптимального двигательного стереотипа.
- 9. Устранение тревожных, депрессивных симптомов, лекарственной зависимости, неудовлетворённости работой.

Заключение

В статье представлены современные представления о МСБ для единого мульдисциплинарного подхода к данной патологии. Дифференциально-диагностический алгоритм может быть успешным лишь при скрупулёзном сборе информации, тщательном неврологическом обследовании и мануальном тестировании. Значительное место в диагностике отводится рентгенологическому и нейровизуализационному исследованию на каждом этапе лечения, без чего невозможен глубокий анализ состояния больного. Важную роль в патопластике заболевания играют неблагоприятные производственные факторы и психоэмоциональное состояние пациентов.

Лечение больных должно быть своевременным, комплексным, дифференцированным, учитывать патогенез заболевания. Наряду с мануальной терапией, необходимо шире использовать медикаментозную терапию, локальное введение анестетиков, физиотерапию и лечебную физкультуру.

Список литературы

- 1. Ситель А.Б. Мануальная терапия (обзор) // Мануальная терапия. 2017. № 3. С. 44–63.
- 2. Литвинов И.А., Галлямова А.Ф., Новиков Ю.О. Алгоритм использования различных методик мануальной терапии при лечении цервикокраниалгий // Мануальная терапия. 2004. № 2. С. 36–38.

- 3. Glossary of Manual Medicine. International Federation for Manual/Musculoskeletal Medicine. Last Modified 17.03.2019 [Электронный ресурс]. URL: https://www.fimmonline.com/file/ repository/fimm_glossary_v7_2e2.pdf (дата обращения 25.02.2021).
- 4. Ченский А.Д., Слиняков Л.Ю., Черняев А.В. История мануальной терапии (Лекция) // Кафедра травматологии и ортопедии. 2012. № 4. С. 13–16.
- 5. Литвиненко И.В., Искра Д.А., Кошкарёв М.А., Богородский О.В., Дыскин Д.Е., Прокудин М.Ю. Роль и место мануальной терапии на этапе оказания квалифицированной медицинской помощи в Воздушно-десантных войсках // Военно-медицинский журнал. 2018. № 1 (339). С. 46–51.
- 6. Ситель А.Б. Мануальная терапия как самостоятельная медицинская специальность // Мануальная терапия. 2018. № 1 (69). С. 6–14.
- 7. Чурюканов М.В., Иванова М.А., Кавелина А.В., Исайкин А.И. Боль в спине междисциплинарная проблема // Российский журнал боли. 2018. № 4. С. 73–78.
- 8. Новиков Ю.О. Профилактика и лечение рефлекторных синдромов поясничного остеохондроза с применением традиционных методов у работников нефтеперерабатывающего завода: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Пермь, 1993. 15 с.
- 9. Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Кукушкин М.Л., Чурюканов М.В., Давыдов О.С., Головачева В.А., Исайкин А.И., Ачкасов Е.Е., Евзиков Г.Ю., Каратеев А.Е., Хабиров Ф.А., Широков В.А. Острая неспецифическая (скелетно-мышечная) поясничная боль. Рекомендации Российского общества по изучению боли (РОИБ) // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2018. № 2 (10). С. 4–11.
- 10. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 10 декабря 1997 г. № 365 «О введении специальности «Мануальная терапия» в номенклатуру врачебных и провизорских специальностей» (ред. от 04.03.2011) [Электронный ресурс]. URL: https://roszdravnadzor.gov.ru/spec/medactivities/documents/40796 (дата обращения 24.02.2021).
- 11. Новиков Ю.О., Галлямова А.Ф., Машкин М.В. Клиника, диагностика и лечение цервикокраниалгий: пособие для врачей. Уфа: Здравоохранение Башкортостана, 2003.
- 12. Меденцов В.А., Комлева Н.Е., Гончаренко И.М., Данилов А.Н., Чехонацкий А.А. Хроническая неспецифическая боль в спине: патогенетическое обоснование мануальной терапии // Саратовский научно-медицинский журнал. 2018. № 3 (14). С. 570–573.
- 13. Ernst E., Posadzki P. An independent review of NC-CAM-funded studies of chiropractic. Clin Rheumatol. 2011. Vol. 30. No. 5. P. 593–600. DOI: 10.1007/s10067-010-1663-4.
- 14. Новиков Ю.О., Галлямова А.Ф., Машкин М.В. Шейные болевые синдромы. Уфа: Здравоохранение Башкортостана, 2002. 84 с.
- 15. Хабиров Ф.А., Хабирова Ю.Ф. Боль в шее и спине. Казань: Медицина, 2014. 504 с.
- 16. Hidalgo B. Evidence based orthopaedic manual therapy for patients with nonspecific low back pain: An integrative approach. J. Back Musculoskelet Rehabil. 2016. Vol. 29. No. 2. P. 231–239. DOI: 10.3233/BMR-150619. PMID: 26406198.
- 17. Ситель А.Б. Мануальная терапия (суставная мобилизационная и манипуляционная техники, методы мышечной релаксации, показания и противопоказания) // Мануальная терапия. 2017. № 4. С. 42–76.
- 18. Джураев Н.А., Саморуков А.Е., Агасаров Л.Г. Мышечные техники манипуляции как монотерапия и в лечебных комплексах в реабилитации больных в ранние сроки послеоперационного лечения // Российский журнал боли. 2018. № 1. С. 14–20.
- 19. Еремушкин М.А., Колягин Ю.И., Вакуленко С.В. Способы коррекции миоадаптивных постуральных синдромов остеохондроза позвоночника // Мануальная терапия. 2017. № 1. С. 36–40.

- 20. Янышева Г.Г., Аухадеев Э.И., Бодрова Р.А. Использование постизометрической релаксации в коррекции и профилактике миофасциальных нарушений у спортсменов // Практическая медицина. 2015. № 3 (88). С. 77–80.
- 21. Хабиров Ф.А., Хабирова Ю.Ф. Миофасциальная боль современные проблемы диагностики и лечения в практике врача первичного звена // Практическая медицина. 2019. № 7 (17). С. 8–17.
- 22. McKenney K., Elder A.S., Elder C., Hutchins A. Myofascial release as a treatment for orthopaedic conditions: a systematic review. J Athl. Train. 2013. Vol. 48. No. 4. P. 522–527. DOI: 10.4085/1062-6050-48.3.17.
- 23. Новиков Ю.О. Восстановительное лечение дорсалгий у работников нефтеперерабатывающей отрасли: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Москва, 2000. 48 с.
- 24. Patel V.D., Eapen C., Ceepee Z., Kamath R. Effect of muscle energy technique with and without strain-counterstrain technique in acute low back pain A randomized clinical trial. Hong Kong Physiother J. 2018. Vol. 38. No. 1. P. 41–51. DOI: 10.1142/S1013702518500051.
- 25. Gohil D., Vaishy S., Baxi G., Samson A., Palekaret T. Effectiveness of strain-counterstrain technique versus digital ischemic compression on myofascial trigger points // Archives of Medicine and Health Sciences. 2020. Vol. 8. No. 2. P. 191–195.
- 26. Новиков Ю.О. Обследование больных дорсалгиями // Мануальная терапия. 2001. № 3. С. 64–67.
- 27. Васильева Л.Ф. Кинезиологическая диагностика в повышении эффективности мануальной терапии // Мануальная терапия. 2017. № 1. С. 79–80.
- 28. Беляев А.Ф. Возможность оценки готовности остеопата и мануального терапевта к самостоятельной работе // Российский остеопатический журнал. 2020. № 3. С. 54–61.
- 29. Филатова Е.С., Каратеев А.Е., Филатова Е.Г. Боль в спине: наиболее частые ошибки диагностики и терапии // Русский медицинский журнал. Медицинское обозрение. 2018. № 11 (2). С. 3–8.
- 30. Кукушкин М.Л. Острая боль в спине: диагностика и лечение // Нервные болезни. 2019. № 2. С. 46–51.
- 31. Новиков Ю.О., Белаш В.О., Новиков А.Ю. Современные представления об этиологии и патогенезе шейного болевого синдрома: обзор литературы // Российский остеопатический журнал. 2020. № 3–4. С. 164–173.
- 32. Крупаткин А.И., Кулешов А.А., Соколова Т.В., Господ А.О. Патопсихологические аспекты болевых синдромов в нижней части спины // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017. № 4 (117). С. 102–106. DOI: 10.17116/jnevro201711741102-106.

- 33. Левин О.С., Чимагомедова А.Ш., Шугурова И.М., Никитина А.Н. Современные подходы к диагностике и лечению хронической боли в спине // Современная терапия в психиатрии и неврологии. 2020. № 3–4. С. 21–29.
- 34. Jia B., Nussbaum M.A. Influences of continuous sitting and psychosocial stress on low back kinematics, kinetics, discomfort, and localized muscle fatigue during unsupported sitting activities// Ergonomics. 2018. Vol. 61. No. 12. P. 1671–1684. DOI: 10.1080/00140139.2018.1497815.
- 35. Парфенов В.А., Головачева В.А. Диагностика и лечение острой неспецифической пояснично-крестцовой боли // Терапевтический архив. 2019. № 8 (91). С. 155–159. DOI: 10.26442/00403660.2019.08.000315.
- 36. Гафуров Б.Г., Бабаджанова З.Х., Халимова Д.Ж. Боль в спине: разработка алгоритмов диагностики и лечения на уровне первичного звена здравоохранения Республики Узбекистан // Новый день в медицине. 2020. № 2. С. 74–77.
- 37. Новиков Ю.О. Роль неблагоприятных производственных факторов в формировании дорсалгий // Здравоохранение Башкортостана. 2000. № 4. С. 139–140.
- 38. Потатурко А.В., Широков В.А., Терехов Н.Л. Профессиональные факторы риска спондилогенных болевых синдромов у рабочих промпредприятий // Уральский медицинский журнал. 2018. № 11. С. 79–82.
- 39. Воробьева О.В. Ведение пациента с болью в спине в общеврачебной практике // Терапия. 2018. № 7–8. С. 32–37.
- 40. Галлямова А.Ф., Машкин М.В., Новиков Ю.О. Экспертная оценка болевого синдрома при цервикокраниалгиях // Мануальная терапия. 2001. № 4. С. 63–64.
- 41. Волель Б.А., Петелин Д.С., Рожков Д.О. Хроническая боль в спине и психические расстройства // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2019. № S1 (11). С. 17–24.
- 42. Заинчуковская Л.П., Галлямова А.Ф., Новиков Ю.О. Опыт лечения миофасциального болевого синдрома грудной клетки с применением методов физиотерапии // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2001. № 6. С. 27–29.
- 43. Пальцев М.А., Белушкина Н.Н., Чабан Е.А. 4П-медицина как новая модель здравоохранения в Российской Федерации // Оргздрав: Новости. Мнения. Обучение. Вестник ВШОУЗ. 2015. № 2 (2). С. 48–54.
- 44. Новиков Ю.О., Сафин Ш.М., Акопян А.П., Могельницкий А.С., Кантюкова Г.А., Кинзерский А.А., Мусина Г.М., Тихомиров А.Ю., Шаяхметов А.Р., Кутузов И.А., Литвинов И.А., Новиков А.Ю., Салахов И.Э., Тезиков Д.В. Шейные болевые синдромы. Уфа: Верас, 2020. 224 с.

СТАТЬИ

УДК 662.61:66.071.9:66.074.3

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ CO, ДО CO В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОЛИЗА КАРБОНАТА ЛИТИЯ ПРИ 900°C

¹Досмухамедов Н.К., ²Каплан В.А., ¹Жолдасбай Е.Е., ¹Курмансеитов М.Б., ¹Аргын А.А.

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, e-mail: nurdos@bk.ru; ²Институт имени Вейцмана, Реховот

Электролиз расплавленного карбоната лития для электрохимического преобразования СО, в СО может использоваться как недорогой метод очистки отходящих газов тепловых электростанций, даже если газ, используемый в качестве источника CO_2 , загрязнен SO_2 . Значительное поглощение SO_2 расплавленным карбонатом лития при 900°C наблюдается в присутствий кислорода. Электролиз расплава Li₂CO₃/Li₂O, содержащий <2 % Li,SO₄, при 900 °C позволяет получать совместно СО и элементную серу на катоде. Потенциал разложения Li,SO₄ составляет 0,15 В. При катодной плотности тока выше 1 А/см² ток восстановления серы ограничен диффузией. Поскольку сера постоянно удаляется из катодного пространства электролизера, преобразование CO, в CO при электролизе расплавленного карбоната лития может использовать загрязненные серой источники CO₂. При типичных уровнях содержания SO₂ в отходящих газах менее 0,5 %, потери тока, необходимые для восстановления серы, снижают эффективность производства CO. Показано, что в течение 4-5 ч электролиза система достигает устойчивого равновесного состояния. Установлено, что в отличие от чистого расплава Li_2CO_3/Li_2O , где эффективность производства CO достигает 100%, при электролизе расплава Li,CO₃/Li,O/Li,SO₄, она снижается до 54 ± 5 %. Для типичного газа, содержащего ~15 % CO, и ≤ 0.5 % SO,, равновесное содержание серы в расплаве не превышает ~0,3 % (моль). Эффективность производства СО сильно возрастает и приближается к 90%. В работе приведены результаты исследований процесса непрерывного электролиза расплавленного $\mathrm{Li_2CO_3/Li_2SO_4}$ при $850-900\,^{\circ}\mathrm{C}$ с получением CO при значении плотности тока на обоих электродах более 100 мА/см2.

Ключевые слова: карбонат лития, сульфат лития, электролиз, монооксид углерода, сера, температура, плотность тока, сернистый ангидрид

ELECTROCHEMICAL REDUCTION OF CO₂ TO CO UNDER ELECTROLYSIS CONDITIONS OF LITHIUM CARBONATE AT 900 °C

¹Dosmukhamedov N.K., ²Kaplan V.A., ¹Zholdasbay E.E., ¹Kurmanseitov M.B., ¹Argyn A.A.

> ¹Satbaev University, Almaty, e-mail: nurdos@bk.ru; ²Weizmann Institute of Science, Rehovot

Electrolysis of molten lithium carbonate to electrochemically convert CO $_2$ to CO can be used as an inexpensive method for treating flue gases from thermal power plants, even if the gas used as a CO $_2$ source is contaminated with SO $_2$. Significant absorption of SO $_2$ by molten lithium carbonate at 900 °C is observed in the presence of oxygen. Electrolysis of a Li $_2$ CO $_3$ / Li $_2$ O melt containing <2% Li $_2$ SO $_4$ at 900 °C allows the production of CO and elemental sulfur together at the cathode. The decomposition potential of Li $_2$ SO $_4$ is 0.15 V. At a cathode current density above 1 A / cm 2 , the sulfur reduction current is diffusion limited. Since sulfur is continuously removed from the cathode compartment of the electrolyzer, the conversion of CO $_2$ to CO in the electrolysis of molten lithium carbonate can use sulfur-contaminated CO $_2$ sources. With typical SO $_2$ levels in flue gases less than 0.5%, the current losses required for sulfur recovery reduce the efficiency of CO production. It is shown that within 4–5 hours of electrolysis, the system reaches a stable equilibrium state. It was found that, in contrast to pure Li $_2$ CO $_3$ / Li $_2$ O melt, where the CO production efficiency reaches 100%, during the electrolysis of the Li $_2$ CO $_3$ / Li $_2$ O of melt, it decreases to 54 ± 5%. For a typical gas containing ~ 15% CO $_2$ and \le 0.5% SO $_2$, the equilibrium sulfur content in the melt does not exceed ~0.3% (mol). CO production efficiency increases dramatically and approaches 90%. The paper presents the results of studies of the process of continuous electrolysis of molten Li $_2$ CO $_3$ / Li $_2$ SO $_4$ at 850-900 °C with obtaining CO at a current density on both electrodes of more than 100 mA / cm 2 .

Keywords: lithium carbonate, lithium sulfate, electrolysis, carbon monoxide, sulfur, temperature, current density, sulfur dioxide

Использование CO_2 в качестве сырья для конверсии в CO реальная, но в то же время серьезная технологическая проблема [1]. Электрохимическое восстановление CO_2 считается одним из самых привлекательных способов хранения возобновляемых источников энергии с получени-

ем газообразного СО или жидкого топлива: муравьиная кислота, метиловый спирт и углеводороды, технология переработки которых хорошо развита. В пользу развития данного направления указывают значительные выбросы парниковых газов в атмосферу.

Восстановление СО, из водных и/или неводных растворов детально исследовано в работах [2–4]. Практическое осуществление электрохимического восстановления СО, при высоких температурах с сокращением его выбросов включает два совершенно разных подхода: а) использование твердофазного электролиза [5, 6] и б) электролиз расплавленного карбоната [7, 8]. Преимущество ячеек для карбонатного электролиза состоит в том, что исходный материал СО, и продукты, получаемые при электролизе (СО и О₂), не смешиваются. Однако электролиз расплавленных карбонатов имеет серьезные проблемы с подбором износоустойчивых материалов к агрессивной карбонатной среде.

Привлекательной альтернативой представляется использование в качестве источника CO_2 дымовых газов ТЭС и металлургических предприятий, работающих на сжигании угля. Концентрация SO_2 в дымовых газах составляет несколько десятых долей процента. Поскольку загрязнение серой является серьезной проблемой для всех способов конверсии CO_2 в CO [5–9], разработка метода, устойчивого по отношению к SO_2 , вызывает большой интерес к проведению научных исследований.

Физико-химические процессы, протекающие при электролизе сульфатно-карбонатных расплавов, изучены в работах [10, 11]. Авторами показано, что механизм процесса электролиза сульфатно-карбонатных расплавов более сложный, чем механизм процесса электролиза чистых карбонатных расплавов, ввиду протекания значительного количества побочных реакций между сульфатами и карбонатами с образованием различных продуктов. Так, согласно результатам работы [11], электролиз смеси Na₂CO₂/ Na₂SO₄ при 820–860 °C приводит к протеканию электрохимических реакций с образованием сульфида натрия, и получением СО на катоде и кислорода на аноде. При этом восстановление ионов карбоната предшествует восстановлению сульфида.

В настоящей работе приведены результаты исследований процесса непрерывного электролиза расплавленного ${\rm Li_2CO_3}$ при 900°C с получением СО при значении плотности тока на обоих электродах более $100~{\rm MA/cm^2}$.

Материалы и методы исследования

Электрохимические измерения в расплавах ${\rm Li_2CO_3/Li_2SO_4}$ проводились методом циклической вольтамперометрии.

В опытах использовался модельный синтетический газ, имитирующий реальные топочные газы, трех различных соста-

вов, % (об.): 5 SO_2 , 15 CO_2 , 3 O_2 , остальное N_2 ; тот же состав, но без кислорода; и тот же состав, но без SO_3 .

Общий объем титановой ячейки — $980~{\rm cm}^3$. Площадь поперечного сечения, определяющая площадь контакта расплава с газом — $20~{\rm cm}^2$.

Содержание серы в расплаве после процесса определяли путем отбора пробы (~200 мг) холодным плоским титановым стержнем, который далее подвергали анализу методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии (EDS, Leo Supra SEM).

Измерения циклической вольтам-перометрии расплавленного ${\rm Li_2CO_3}$ при 50 мB/с проведены при температурах 850 и 900 °C на приборе VersaS-TAT3–200 (Princeton Applied Research, макс. 2,5 A). Для электролиза использован титановый катод, графитовый анод и платиновый псевдоэлектрод. Ток подавался источником питания Керсо Power (Модель поставки KLP 20-120-1200).

Состав выделяемых газов определяли методом газовой хроматографии (серия GOWMAC 350). Отметим, что при $900\,^{\circ}$ С расплав Li₂CO₃/Li₂O может содержать до $19\,\%$ Li₂O. При $15\,\%$ CO₂ в исходном газе равновесная концентрация Li₂O составляет от 1 до $2\,\%$ моль.

Результаты исследования и их обсуждение

Электрохимическое производство СО из расплава Li,CO,

Опыты проводились с использованием ячейки, изготовленной из сварного титана, устойчивого к расплавленному карбонату Li_2CO_3 и смеси Li_2CO_3/Li_2SO_4 .

Общий вид электролизной ячейки показан на рис. 1

Результаты исследований циклической вольтамперометрии расплава ${\rm Li_2CO_3}$ на титановом катоде показаны на рис. 2.

На рис. 2, а, видно, что единственная реакция, выделяющая газообразный продукт, протекает на катоде. Одинаковый характер вольтамперных характеристик в прямом и обратном направлениях указывает, что газ в катодном пространстве не накапливается. При этом в диапазоне 1–50 мВ/с циклическая вольтамперометрия не зависит от скорости сканирования.

При скорости сканирования 10 мВ/с циклическая вольтамперометрия подвергается сильному положительному смещению после первого цикла (рис. 2, б). Применение положительного смещения относительно равновесного потенциала к Ті электроду приводит к образованию изоляционного слоя, что делает работу графитового анода неэффективной. Высокий положительный электрохимический потенциал приводит к быстрому разрушению электрода из-за газовой коррозии за счет окисления графита. Плотность тока 200 мА/см² требует перенапряжения ~2 В, что в 10 раз больше, чем для графитового анода (рис. 2, в). Приведенные данные свидетельствуют о том, что диапазон стабильности титанового катода при 900°C находится в пределах изменения границ напряжения от 3 до 0 В по отношению к равновесному электрохимическому потенциалу, с катодной плотностью тока более 3 A/cм².

В результате исследования вольтамперных характеристик графитового анода в стационарном режиме с отклонением от равновесного электрохимического потенциала 200 мВ установлена максимальная плотность тока, равная 270 мА/см². Линейная зависимость плотности тока от напряжения при 850 и 900 °С показывает, что ее значение сильно ограничивается сопротивлением графита (рис. 2, в). Плотность анодного тока выше катодного (200 мА/см²), что вызывает быстрое увеличение количества получаемого газа и механическое разрушение

графитового анода, причиной которого может быть либо газовая коррозия, либо электрохимическое окисление графита. Даже небольшой катодный ток 30 мА/см² приводит к быстрому набуханию и механическому разрушению графитового электрода из-за его восстановления и интеркаляции графита с литием. Это свидетельствует о том, что графит имеет относительно небольшой диапазон стабильности электродного потенциала: от 0 В до +200 мВ по отношению к равновесному потенциалу. Однако он может поддерживать текущие плотности более 200 мА/см². Попытки провести хронометраж вольтамперных характеристик для титанового катода и графитового анода не увенчались успехом, ввиду достижения системой постоянного тока менее чем за 3 с.

Электролиз и циклическая вольтамперометрия расплава $Li_{,}CO_{,}/Li_{,}O/Li_{,}SO_{,}$

Исследование влияния присутствия в расплаве сульфата лития на катодные реакции при электролизе расплава $\rm Li_2CO_3/Li_2O$ при 900 °C проводили при концентрации $\rm Li_2SO_4$ в расплаве 1,45 мол. %. Исходный газ не содержал $\rm SO_3$.

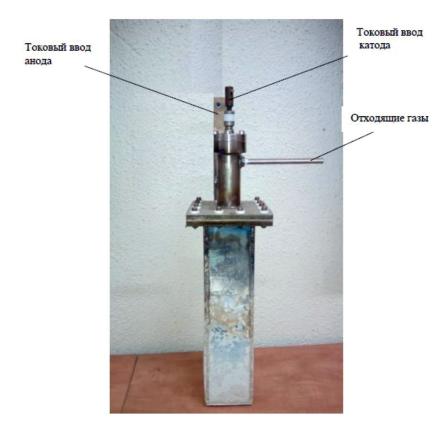


Рис. 1. Общий вид электролизной ячейки

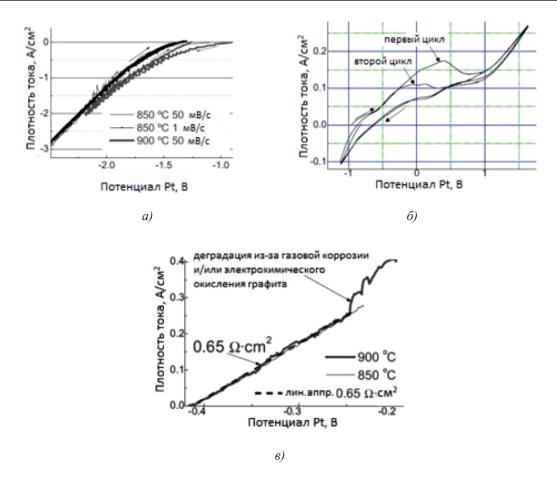


Рис. 2. Результаты циклической вольтамперометрии: а) циклическая вольтамперометрия расплава Li_2CO_3 ; б) циклическая вольтамперометрия расплава Li_2CO_3 двух циклов при $900\,^{\circ}C$; в) вольтамперная кривая расплава Li_2CO_3 при $850\,^{\circ}C$ и $900\,^{\circ}C$ для графитового анода

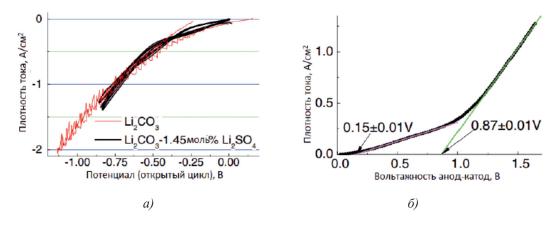


Рис. 3. Кривые циклической (а) и линейной (б) вольтамперометрии смеси $Li_{,}CO_{,}/Li_{,}O$ при $T=900\,^{\circ}C$

В качестве электрода сравнения использовался анод, площадь катода должна была быть значительно меньше площади анода (стенки контейнера). Результаты циклической вольтамперометрии (при 50 мВ/сек), выполненные в ячейке с титановым като-

дом площадью 1,13 см², и титановым анодом площадью 260 см² для расплава $Li_2CO_3/Li_2O/Li_2SO_4$ показаны на рис. 3.

На рис. 3 отсутствуют фрагменты, показывающие выделение пузырьков СО. Это свидетельствует о том, что количество произведенного газа значительно меньше, по-видимому, за счет протекания побочной реакции восстановления сульфата лития, основным продуктом которой является газообразная сера. За счет выделения сульфата лития из расплава накопления продукта реакции не происходит, вследствие чего кривые, как с сульфатом лития, так и без него, практически ложатся на одну линию (рис. 3, а).

Механизм разложения сульфата лития в условиях электролиза смеси $\mathrm{Li_2CO_3/Li_2O/Li_2SO_4}$ можно описать системой следующих реакций:

$$\text{Li}_{2}\text{SO}_{4} \rightarrow \text{Li}_{2}\text{O} + \text{SO}_{2}\uparrow + 1/2\text{O}_{2}\uparrow, \quad (1)$$

$$\text{Li}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Li}_2\text{S} + 2\text{O}_2\uparrow,$$
 (2)

$$\text{Li}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Li}_2\text{O} + 1/2\text{S}_2\uparrow + 3/2\text{O}_2\uparrow.$$
 (3)

Принимая за стандартное состояние $\text{Li}_2\text{SO}_{_{4\text{тв.}}}$, $\text{Li}_2\text{O}_{_{\text{тв.}}}$, $\text{Li}_2\text{S}_{_{\text{тв.}}}$ по данным работы [12], нами проведен расчет свободной энергии Гиббса и значений электрохимического потенциала разложения сульфата лития по трем вышеуказанным механизмам в интервале температур 600-1400~K. Зависимость свободной энергии Гиббса и электрохимического потенциала разложения сульфата лития от температуры показана на рис. 4.

Минимальный электрохимический потенциал разложения сульфата лития получен для реакции (3) (рис. 4, б). Согласно данным авторов [11], следовало бы ожидать преобладания образования сульфида лития по реакции (2).

В нашем случае при 900°С прогнозируемое значение электрохимического потенциала реакции (2) составляет ~1,1 В, что практически на 1,0 В выше значения, наблюдаемого на рис. 4, б.

Прогнозируемое значение электрохимического потенциала реакции (3) составляет ~0,9 В, что тоже практически на 0,75 В выше наблюдаемого значения на рис. 4, б. Это расхождение нельзя объяснить только тем, что расчеты для исходных и полученных твердых продуктов не учитывают энергию взаимодействия Li,O с расплавом.

Расчетное значение свободной энергии Гиббса растворения Li₂O в расплаве Li₂CO₂ при 900 °C составляет $\Delta G \approx 55$ кДж/ моль×К, что вполне объясняет уменьшение электрохимического потенциала разложения всего на 0,1 В. Возможность того, что окисление титанового контейнера, служащего анодом, может повлиять на значение измеренного электрохимического потенциала разложения Li₂SO₄, можно не учитывать. Максимальная плотность анодного тока во время эксперимента составляет ~13 мА/см². Это не приведет к сдвигу электрохимического потенциала более чем на 50 мВ. В каждой точке кривой на рис. 4, б, было достигнуто устойчивое состояние, и полученная кривая легко воспроизводится анодным электродом. Это означает, что непрерывного окисления титана с образованием ТіО, на поверхности анода не происходит. Следовательно, убедительное объяснение низкого электрохимического потенциала разложения Li₂SO₄ пока отсутствует.

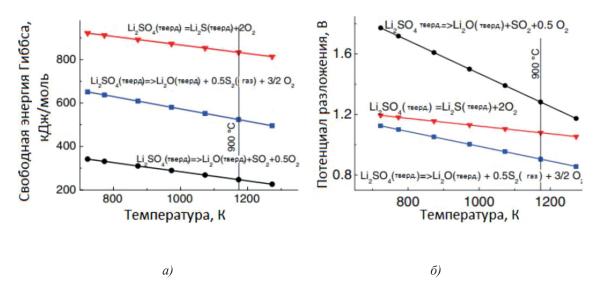


Рис. 4. Зависимость свободной энергии Гиббса (a) и электрохимического потенциала разложения сульфата лития (б) от температуры

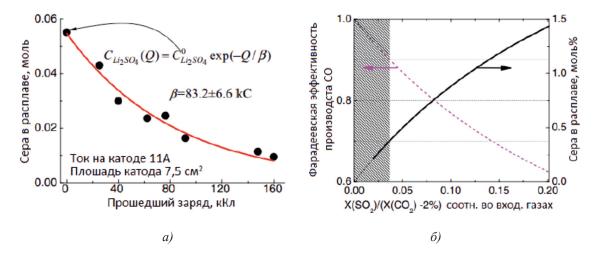


Рис. 5. (а) зависимость содержания серы в расплаве от электрического заряда; (б) зависимость эффективности Фарадея производства СО и равновесного содержания серы в расплаве от отношения SO/CO, в исходном газе

Полученные результаты предполагают, что разложение Li_2SO_4 требует значительной энергии. Чтобы убедиться, что реакция (3) действительно доминирует, был проведен продолжительный электролиз при $900\,^{\circ}\text{C}$ расплава $\text{Li}_2\text{CO}_3/\text{Li}_2\text{O}$ (объем $160\pm 5~\text{cm}^3$), который изначально содержал 1,45 мол. % Li_3SO_4 . В исходном газе SO_2 отсутствовал. Пробы электролита периодически отбирались и подвергались анализу методом EDS.

Площадь катода составляла 7,5 см², площадь анода — 250 см². Катодная плотность тока составляла 1,47 А/см² (при такой плотности тока процесс преобразования CO_2 в CO осуществляется), плотность анодного тока — 44 мА/см². После 11 часов электролиза получаемый из катодной камеры газ содержал твердый осадок, идентифицированный EDS-анализом как чистая элементная сера.

Содержание серы экспоненциально снижается с увеличением количества заряда, потраченного на электролиз (рис. 5, а).

Дифференцирование кривой зависимости содержания серы в расплаве от количества прошедшего заряда (рис. 5, а) позволяет рассчитать эффективность процесса выделения серы — $(\eta_s\ (Cs))$, и получения $CO-(1-\eta_s\ (Cs))$:

$$\eta_S(C_s) = 6F \frac{\partial C_S}{\partial Q},$$
(4)

где Cs – содержание серы в расплаве (моль), Q – количество заряда (кулон), F – постоянная Фарадея.

Для определения эффективности электролиза в промышленных условиях не-

обходимо знать эффективность процесса производства СО, определяемую как функция от количества серы в газах. Расход подаваемого газа должен быть отрегулирован для достижения равновесного давления ${\rm CO_2}$ при 900°С. При этом должно выполняться условие:

 $X(SO_2)/(XCO_2) < 2)$, где X — парциальное давление, % (об.). В процессе электролиза должно соблюдаться следующее соотношение:

$$X(SO_2)/(X(CO_2) - 2atm \%) =$$
= $\eta_S(C_S)/[3(1 - \eta_S(C_S))],$ (5)

где Cs – равновесная концентрация серы в расплаве,

 $\eta s - \varphi \varphi$ ективность процесса восстановления $\text{Li}_{2}SO_{4}$.

Постоянный стехиометрический коэффициент 3, в знаменателе правой части уравнения (5) — это соотношение заряда, необходимого на восстановление сульфата и карбоната. Правая часть уравнения (5) оценивается для различных значений Сs с помощью рис. 5, а, и уравнения (4), которая далее позволяет определить отношение парциальных давлений газов в левой части уравнения (5).

График эффективности процесса получения $CO(1-\eta_s(Cs))$ и серы (Cs) как функции изменения от отношения SO_2 к CO_2 в дымовых газах показан на рис. 5, б. Для типичного газа, содержащего ~15% CO_2 и <0,5% SO_2 (заштрихованная область на рис. 5, б), равновесное содержание серы в расплаве не превышает ~0,3% (моль.). При этом эффективность производства CO выше 90%.

Выводы

- 1. Электролиз расплавленного карбоната лития обеспечивает легкодоступный источник СО и может использоваться как недорогой метод очистки отходящих газов ТЭС от СО₂, содержащего SO₂.
- 2. Значительное поглощение 2 SO $_2$ карбонатом лития при 900 °C требует некоторого количества кислорода, в присутствии которого поглощение 2 SO $_2$ почти полностью завершается и приводит к образованию 2 Li $_2$ SO $_4$. Электролиз расплава 2 CO $_2$ COдержащий 2 (мол.) 2 Li $_2$ SO $_4$, позволяет получать при 900 °C в катодном пространстве CO и элементную серу.
- 3. Потенциал разложения Li_2SO_4 составляет 0,15 B, а при катодной плотности тока выше 1 A/cm^2 ток восстановления серы ограничивается диффузией. Поскольку сера постоянно удаляется из катодного пространства электролизера, преобразование CO_2 в CO при электролизе расплавленного карбоната лития может использовать загрязненные серой источники CO_2 .

Исследования проводились в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2020—2022 годы по приоритетному направлению «Рациональное использование природных ресурсов, в том числе водных ресурсов, геологии, переработки, новых материалов и технологий, безопасных изделий и конструкций» проекта № АР08856384 ««Разработка новой высокотехнологичной технологии утилизации SO₂ и CO₂ из отходящих газов ТЭЦ и металлургических предприятий с получением товарных продуктов».

Список литературы

- 1. Wang T., Lackner K.S., Wright A.B. Moisture-swing sorption for carbon dioxide capture from ambient air: a thermodynamic analysis. Physical Chemistry Chemical Physics. 2013. Vol. 15 (2). P. 504–514.
- 2. Lote D.A. Literature Survey on Electrochemical Reduction of CO_2 . International Journal of Electronic and Electrical Engineering. 2014. Vol. 7. N^{Ω} 4. P. 341–346.
- 3. Ross M.B., Phil De Luna, Li Y., Cao-Thang Dinh, Kim D., Yang P., Sargent E.H. Designing materials for electrochemical carbon dioxide recycling. Review Article. 2019. Nature Catalyst. P. 648–658.
- 4. Rosen J., Hutchings G.S., Qi Lu, Rivera S., Zhou Y., Dionisios G. Vlachos D.G., and Jiao F. Mechanistic Insights into the Electrochemical Reduction of CO₂ to CO on Nanostructured Ag Surfaces. ACS Catal. 2015. Vol. 5. P. 4293–4299.
- 5. Ahmad F. Carbon Dioxide Electrochemical Reduction over Metal and Metal Free Nanostructures: Recent Progress and Future Perspective. Advanced Journal of Chemistry-Section A. 2020. Vol. 3 (1). P. 70–93.
- 6. Yue X., Irvine J.T.S. Understanding of CO_2 Electrochemical Reduction Reaction Process via High Temperature Solid Oxide Electrolysers. ECS Transactions. 2015. Vol. 68 (1). P. 3535–3551.
- 7. Wang X., Liu X., Licht G., Wang B., Licht S. Exploration of alkali cation variation on the synthesis of carbon nanotubes by electrolysis of CO_2 in molten carbonates. Journal of CO_2 Utilization. 2019. No 34. P. 303–312.
- 8. Ren J., Lau J., Lefler M., Licht S. The Minimum lectrolytic Energy Needed To Convert Carbon Dioxide to Carbon by Electrolysis in Carbonate Melts. J. Phys. Chem. 2015. № 119. P. 23342–23349.
- 9. Dufek E.J., Lister T.E., McIlwain M.E. Influence of S Contamination on CO₂ Reduction at Ag Electrodes. Journal of the Electrochemical Society. 2011. Vol. 158 (11). P. B1384-B1390.
- 10. Xiong Y.P. et al. Sulfur Poisoning of SOFC Cathodes. Journal of the Electrochemical Society, 2009. Vol. 156 (5). P. B588–B592.
- 11. Wartena R., Winnick J., Pfromm P.H. Recycling kraft pulping chemicals with molten salt electrolysis. Journal of the Electrochemical Society, 2002. Vol. 149 (9). P. D125-D131.
- 12. Turkdogan E.T. Physical Chemistry of High Temperature Technology. Academic Press. 1980. 462 p.

ОБЗОРЫ

УДК 691

СОВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

Колосова А.С., Пикалов Е.С.

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: evgeniy-pikalov@mail.ru

Древесное сырье и в первую очередь древесина относятся к натуральным материалам, которые на протяжении всей истории человеческого общества и на сегодняшний день широко применяются в различных областях. Это связано с широкой распространенностью древесного сырья, его экологичностью, легкостью, средними значениями прочности и химической стойкости, высокими эстетическими показателями. Несколько ограничивают использование древесного сырья высокие значения водопоглощения и гигроскопичносты, низкая водостойкость и горючесть. В данной работе рассмотрены традиционные и перспективные теплоизоляционные материалы, получаемые на основе древесного сырья в виде побочных продуктов лесозаготовки, лесопиления и деревообработки. Представлены классификация, общая характеристика, преимущества, недостатки и области применения материалов и изделий на основе различных видов измельченной древесины и древесной коры с использованием неорганических и органических связующих. Отдельно рассмотрены возможности по получению утеплителей при использовании в качестве связующего лигноуглеводного комплекса древесного сырья, при получении наноцеллюлозы из древесноволокнистой массы, а также при использовании сучьев, ветвей и другого древесного сырья. Данная работа позволяет оценить разнообразие и эффективность применения теплоизоляционных материалов на основе древесного сырья, преимущества и недостатки их применения в строительстве.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, измельченная древесина, древесные плиты, органобетоны, древесная кора, пробковый агломерат, наноцеллюлоза

MODERN EFFECTIVE THERMAL INSULATION MATERIALS BASED ON WOOD RESOURCES

Kolosova A.S., Pikalov E.S.

Vladimir State University of a name of Alexander Grigorevich and Nikolay Grigorevich Stoletovs, Vladimir, e-mail: evgeniy-pikalov@mail.ru

Wood raw materials and primarily wood are natural materials that have been widely used in various fields throughout the history of human society and today. This is due to the wide prevalence of wood raw materials, its environmental friendliness, lightness, average values of strength and chemical resistance, and high aesthetic indicators. The use of wood raw materials is somewhat limited by high values of water absorption and hygroscopicity, low water resistance and flammability. In this paper, traditional and promising thermal insulation materials obtained on the basis of wood raw materials in the form of by-products of logging, sawmilling and woodworking are considered. The classification, general characteristics, advantages, disadvantages and applications of materials and products based on various types of crushed wood and wood bark using inorganic and organic binders are presented. Separately, the possibilities for obtaining insulation materials when using a lignin-carbohydrate complex of wood raw resources as a binder, when obtaining nanocellulose from a wood-fiber mass, as well as when using boughs, branches and other wood raw materials are considered. This paper allows us to evaluate the variety and effectiveness of the use of thermal insulation materials based on wood raw materials, the advantages and disadvantages of their use in construction.

Keywords: heat insulating materials, crushed wood, wood-based boards, organic-filled concrete, tree bark, cork agglomerate, nanocellulose

Древесное сырье является разновидностью растительного сырья и представляет собой предназначенные для переработки или использования в качестве топлива материалы, получаемые из древесных (деревянистых) растений, к которым относятся деревья, кустарники и многолетние растения с образующими древесину стволом, ветвями и корневой системой. К древесному сырью относятся поваленные деревья, стволы поваленных деревьев, отделенные от корневой части и очищенные от сучьев (древесные хлысты), полу-

чаемые из них различные виды круглых, колотых, пиленых и др. лесоматериалов (бревна, доски, шпон и т.п.), древесное топливо, а также древесные отходы в виде пне-корневой древесины, вершин, обломков стволов, коры, одревесневших боковых побегов, отходящих от ствола (сучья), и малоодревесневших боковых побегов, отходящих от ствола и сучьев (ветви), листьев, хвои, крупнокусковых отходов (горбыль, рейки, короткомер и др.) и измельченной древесины (опилки, стружка и др.). Вторичным древесным сырьем являются

отходы потребления изделий из древесины и измельченные древесные отходы.

Древесное сырье, в первую очередь древесина, широко применяется в самых разных отраслях человеческой деятельности: для производства строительных изделий, стапелей, опалубки, строительных лесов, деталей интерьера, столярно-мебельных изделий, домашней утвари, для получения целлюлозы, картона, бумаги, этилового спирта и др. материалов, используется в качестве топлива, мульчирующего материала, сорбента и т.д.

За счет волокнисто-пористой структуры древесина отличается низкими значениями теплопроводности и звукопроводности, однако при этом для данного материала характерны высокие показатели водопоглощения и гигроскопичности, что наряду со сравнительно высокой стоимостью ограничивает применение данного материала в качестве теплоизоляции. Поэтому в чистом виде натуральная древесина за счет средних значений прочности, химической стойкости и высоких эстетических свойств в большинстве случаев применяется в качестве энергоэффективных конструкционных, облицовочных и отделочных материалов и изделий, обеспечивая дополнительную теплоизоляцию различных конструкций [1, 2]. В то же время измельченная древесина и другие древесные отходы, составляющие до 37% от объёмов лесозаготовки и до 52% от объемов лесопиления и деревообработки [3, 4], обладают текстурой, структурой и свойствами, схожими с первичной деловой древесиной.

Цель данной работы заключается в характеристике современных теплоизоляционных материалов на основе древесного сырья в виде измельченной древесины и древесных отходов, в рассмотрении их особенностей, преимуществ и недостатков.

Измельченная древесина в качестве теплоизоляции

Измельченная древесина является основной разновидностью древесных отходов и образуется в результате лесозаготовки, лесопиления и деревообработки, при очистке строительных площадок от деревьев и кустарников, при санитарной рубке в процессе ухода за зелеными насаждениями, а также в результате измельчения крупнокусковых древесных отходов, пнекорневой древесины и т.д. В зависимости от способа измельчения и размера образующихся частиц различают следующие виды измельченной древесины:

 древесная дробленка, образующаяся при измельчении древесины на рубильных машинах, дробилках, молотковых мельницах в виде частиц длиной от 2 до 20 мм;

- щепа, образующаяся при рубке и колке древесины и представляющая собой частицы толщиной более 1 мм. Если частицы имеют определенный размер, однородны по длине и ширине, а количество примесей в них не превышает допустимых значений, то щепа называется технологической, а если древесные частицы содержат примеси коры, хвои и листьев, то щепа называется зеленой (образуется при измельчении тонкомерных деревьев, сучьев, ветвей и лесосечных отходов). В случае применения щепы для сжигания в энергетических целях она называется топливной;
- древесная стружка, образующаяся при резании (фрезеровании, строгании) древесины и представляющая собой частицы толщиной не более 1 мм и длиной более 5 мм. Частицы толщиной до 0,25 мм и длиной 6–8 мм относятся к микростружке. Однородную по размерам, чистоте среза и углу перерезания волокон стружку с допустимым количеством примесей и соответствующую требованиям по размерам называют технологической;
- древесные опилки, образующиеся при пилении древесины и представляющие собой частицы толщиной до 1 мм и длиной менее 5 мм. Длинные и тонкие частицы, получаемые при пилении древесины на специальных станках, называют технологическими опилками;
- древесная пыль, образующаяся при шлифовании и другой механической обработке древесины и представляющая собой несортированные частицы размером менее 1 мм. Древесная пыль заданного гранулометрического состава, получаемая при сухом размоле древесины, называется древесной мукой.

К материалам, получаемым в результате переработки древесины, в том числе кусковых древесных отходов, путем измельчения, относятся:

- древесная шерсть (упаковочная стружка), получаемая на специальных строгальных станках и представляющая собой частицы толщиной 0,3–0,5 мм и длиной 200–530 мм. В чистом виде древесная шерсть для теплоизоляции не применяется, а используется в качестве наполнителя для получения органических композиционных утеплителей;
- древесные волокна (древесная целлюлоза), получаемые путем разделения измельченной и пропаренной технологической щепы на отдельные волокна на специальных мельницах (дефибраторы, рефинеры) с последующей сушкой древес-

новолокнистой массы, называемой древесной ватой и являющейся разновидностью эковаты (древесная эковата). Древесные волокна являются разновидностью целлюлозных волокон, представляют собой длинные одревесневшие клетки с толстыми стенками и составляют основу древесины.

Наиболее простым способом применения измельченной древесины в виде щепы, стружки и опилок является их использование в качестве насыпной строительной теплоизоляции при частном и индивидуальном строительстве, в основном для горизонтальных поверхностей (полы, межэтажные перекрытия, чердаки). Применение насыпной теплоизоляции из измельченной древесины позволяет создать максимально ровный слой утеплителя с теплопроводностью 0,06-0,095 Bт/(м·°C). Для эффективного применения измельченной древесины необходимо применение антипиренов и антисептиков (возможно перемешивание с гашеной известью, золой или шлаками в количестве 5-10%, также используют медный купорос CuSO₄, буру или борную кислоту), устройство парои гидроизоляции, выполнение верхнего слоя из более мелкой фракции, уплотнение слоя утеплителя. Предпочтительно применение измельченных опилок через несколько месяцев после их образования, так как в данном случае в них содержится меньше влаги. Возможно применение измельченной древесины с другими видами насыпной теплоизоляции (вспученные перлит и вермикулит, керамзит и др.), которые будут выполнять роль дренажа, препятствуя намоканию и загниванию древесины. Древесную вату, в которую также добавляют антипирены и антисептики, применяют в качестве задувной (надувной) теплоизоляции с использованием специального компрессорного оборудования. Основными преимуществами насыпной теплоизоляции из измельченной древесины являются легкость и низкая стоимость, а к недостаткам, кроме общих для древесины недостатков, относятся слеживание и уплотнение слоя утеплителя со временем (возможно периодическое добавление новых порций материала), невозможность применения в контакте с сильно нагревающимися поверхностями и влажной атмосферой, высокая вероятность поселения грызунов и насекомых. Кроме того, насыпная теплоизоляция может применяться только внутри объема, ограниченного другими строительными конструкциями.

Чтобы исключить усадку частиц измельченной древесины, уменьшить водопоглощение, придать прочность и жесткость слою теплоизоляции, применяют различ-

ные связующие. Материал связующего и его количество определяют структуру и основные свойства получаемого теплоизоляционного композита, однако стоит учитывать, что теплопроводность и плотность композита выше, чем у насыпной теплоизоляции. Для всех композитов с древесным наполнителем характерно снижение прочности и теплопроводности, повышение водопоглощения с увеличением размера частиц наполнителя, уменьшение шероховатости поверхности материала и повышение пластичности сырьевой смеси с уменьшением размера частиц наполнителя.

Измельченная древесина на неорганических связующих

Одним из наиболее часто применяемых неорганических связующих для измельченной древесины является цемент марок М300-М500. Небольшое количество цемента (около 6-10%) добавляют в состав для насыпной теплоизоляции, чтобы уменьшить усадку слоя, особенно при теплоизоляции вертикальных поверхностей. В этом случае измельченную древесину перемешивают с небольшим количеством воды, в которую добавляют антисептики и антипирены, и укладывают во влажном виде с возможностью испарения воды в течение двух-трех недель. При использовании около 15-20% цемента получают так называемую теплую штукатурку для внутреннего утепления стен и потолков, заделки щелей и трещин. Для получения теплой штукатурки измельченную древесину в сырьевом составе частично заменяют на измельченные картон и бумагу (около 30% смеси), а цемент может частично заменяться на известковое вяжущее. При увеличении количества цемента и добавлении песка можно получить теплую стяжку пола, укладываемую для утепления между основанием и чистовым покрытием. Теплая стяжка состоит из нижнего слоя, в котором к измельченной древесине добавляют около 10% цемента, около 20% песка и антисептик, и верхнего слоя, в котором количество цемента и песка повышают примерно в два раза.

При добавлении цемента в количестве, сравнимом с количеством измельченной древесины (≈45−55%), получают легкие бетоны, которые объединяют под названием органобетоны и в зависимости от вида заполнителя подразделяют на щепобетоны, опилкобетоны и стружкобетоны. В ряде случаев органобетоны также объединяют под терминами «арболит», «древобетон» или «деревобетон», однако, по мнению авторов данной работы, правильней при-

менять эти термины только к щепобетону на основе щепы преимущественно хвойных пород деревьев. Отчасти такое сходство в наименовании видов органобетонов можно объяснить тем, что для заполнения цемента могут применяться смеси из щепы, опилок и стружки, допускается некоторое количество коры и хвои. Для повышения эксплуатационных характеристик в состав органобетонов могут дополнительно вводиться песок, мелкозернистый гравий, зола и керамзит, а цемент для снижения стоимости может частично заменяться глиной или известью. Для повышения биостойкости и прочности измельченной древесины, снижения ее водопоглощения проводят минерализацию древесного заполнителя при помощи сульфата алюминия, известкового молочка (слабый водный раствор Са(ОН), или жидкого стекла (водный раствор силикатов натрия и (или) калия). Минерализация измельченной древесины позволяет выровнять кислотно-щелочной баланс цементного теста и нейтрализовать содержащиеся в древесине сахара, которые образуют с бетонной смесью так называемые «цементные яды», т.е. вещества, замедляющие схватывание бетона. Стоит отметить, что в щепе хвойных пород сахаров содержится меньше, поэтому для их нейтрализации требуется меньше минерализатора и такая щепа чаще используется в производстве арболита, а дубовые опилки обладают наименьшим водопоглощением. Измельченная древесина хвойных пород и дуба также содержит в своем составе природные антисептические вещества.

Разновидностью органобетонов является фибролит (также известен под торговыми названиями зидарит, траулит, гераклит, селенит), в котором содержится около 40% цементного вяжущего, а в качестве заполнителя применяется древесная шерсть. Органобетон, содержащий 10-30% древесных волокон, является целлюлозным фиброцементом, который также известен под торговыми названиями минерит и сембрит (кимбрит). Разновидностью опилкобетона является термопорит, который состоит из цемента, опилок размером 5-10 мм (допускается до 30% опилок крупнее 10 мм), извести, хлорной извести 3Ca(OH), 2Cl, и жидкого стекла. Опилкобетон, получаемый из смеси влажных опилок и цемента с гашеной известью или суглинком, называется термиз, а при дополнительном введении диатомита, трепела или золы теплоэлектростанций его называют термизолом (термозолом). Опилкобетон на основе смеси цемента и гипса называется ксилобетон, а на основе смеси цемента и известкового теста с добавлением 5%-ного раствора поваренной соли – ксилоизол.

Органобетоны обладают ми для бетонов значениями прочности на сжатие, морозостойкости и плотности, высокими показателями прочности на изгиб, трещиностойкости, воздухо- и паропроницаемости, хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, высокой гвоздимостью и легкостью механической обработки. Органобетоны являются экологически безопасными и относятся к трудногорючим материалам, однако у них сравнительно высокие значения водопоглощения и усадки, сравнительная низкие показатели по водостойкости и точности геометрии. Органобетоны применяются для получения монолитных конструкций по заливочной технологии, а также для производства блоков (наиболее распространены древоблоки из арболита), панелей и плит (наиболее распространены цементно-стружечные плиты ЦСП и фиброцементные или цементно-волокнистые плиты ЦВП), которые в зависимости от соотношения сырьевых компонентов применяются как энергоэффективные конструкционные, теплоизоляционно-конструкционные или теплоизоляционные материалы и изделия в малоэтажном строительстве. Широко распространены пустотные стеновые блоки, которые по своему составу являются вариациями арболита и известны под торговыми названиями бризолит, дюрисол, теколит и др., являются блоками несъемной опалубки и в готовой конструкции выполняют роль теплоизоляции. После сборки стен пустоты в этих блоках заполняют цементом, выполняющим роль несущего каркаса стены, а часть пустот в таких блоках может быть заполнена вкладышами из пенополистирола. В качестве несъемной опалубки также применяются щепоцементные плиты под торговым названием велокс. Фибролит, термопорит и ксилобетон применяют для производства плит в каркасном строительстве, а термиз, термизол и ксилоизол – для производства теплоизоляционных плит и получения монолитной теплоизоляции. Целлюлозный фиброцемент применяется для производства энергоэффективных фасадных панелей, внутренней отделки и устройства перегородок, а минерит за счет высокой термостойкости и огнестойкости дополнительно применяют в качестве огнестойких перегородок и экранов.

При использовании глины в качестве связующего для измельченной древесины возможно получение насыпной теплоизоляции для пола с использованием около 10% глины и стен с использованием около 20%

глины, теплой штукатурки с добавлением около 50% глины и глиняно-древесных (глиняно-щепочных, глиняно-стружечных и глиняно-опилочных) композиций, называемых глинокомпозитами и глинобетонами, с добавлением 50-80% глины для производства заливочных композиций, блоков и плит (также называются блок-панелями, матами и блок-матами). В составы с использованием глиняного связующего также добавляют антисептики, в основном борную кислоту. Высыхание глины в смесях с измельченной древесиной происходит естественным путем без контакта с солнечными лучами для снижения трещинообразования. К преимуществам теплоизоляции на глиняном связующем относятся высокая экологичность, сравнительно высокая прочность на сжатие, средняя огнестойкость, возможность неоднократного затворения водой, доступность сырьевой базы и низкая стоимость. К недостаткам данных материалов относятся сравнительно высокая теплопроводность, низкая водостойкость, высокое водопоглощение, сравнительно невысокая биостойкость. Для эффективного использования материалов с глиняным связующим необходимы гидро- и пароизоляция, точное соблюдение пропорций компонентов и воды для обеспечения хорошей адгезии к утепляемой поверхности.

Существуют разработки по получению теплоизоляционного материала, называемого термопластом и представляющего собой наполненную древесными опилками (около 50% состава) глино-смоляную пасту с влажностью около 26-27%. Глино-смоляная паста примерно на 80% состоит из глины, лесса или суглинка и примерно на 20% из каменноугольной, древесной или торфяной смолы, креозотового или каменноугольного масла. Данный термопласт применяется для монолитной строительной теплоизоляции [5]. Существует разновидность данного материала, состоящая из 15-25% опилок, 25-40% каменноугольной смолы и 15-20% воды. Такой термопласт применяется для устройства кровли промышленных зданий и сооружений, для утепления фундаментов домов и коттеджей [6].

Достаточно широко в качестве связующего для измельченной древесины применяются гипсовые вяжущие. Для получаемых композиций характерно малое время схватывания, которое осложняет их укладку и нанесение, поэтому в них добавляют замедлители, например казеиновый клей, активизированный известью или каустической содой NaOH. Гипсо-опилочные и гипсо-стружечные композиции с добав-

лением 10-30% гипса применяют в качестве теплых штукатурок и мастик, а также в производстве теплоизоляционных блоков и плит. В составе блоков и плит содержание гипса может достигать 83%, однако при этом теплопроводность повышается до 0,209-0,247 Bт/(м·°C), и такие изделия применяются как конструкционно-теплоизоляционные для малонагруженных строительных конструкций. Разновидностями материалов, содержащих 80-85% гипса, являются гипсоволокнистые листы и плиты (ГВЛ и ГВП), в которых наполнителем является древесное волокно или разволокненная макулатура. ГВП и ГВЛ наравне с гипсокартонными листами ГКЛ, состоящими из двух листов картона и слоя гипса между ними, применяются как теплоизоляционно-отделочные ($\lambda = 0.22-0.36$ Bт/ $(M^{\circ}C)$ для ГВЛ и ГВП, $\lambda = 0.21-0.34$ Вт/ (м.°С) для ГКЛ), а за счет добавок в гипс могут быть водостойкими и огнестойкими. Материалы на гипсовых связующих отличаются малой плотностью, относительно высокими теплоизоляционными свойствами, сравнительно невысокой прочностью, высоким водопоглощением, низкой водостойкостью и используются только для внутренних работ и для эксплуатации в сухих условиях, для них обязательны наружная отделка или облицовка. Разновидностью данной группы материалов является таумалит, который получают на основе гипсового вяжущего с незначительным количеством цемента и адеструктивной пасты с добавлением опилок или древесной шерсти и применяют в качестве конструкционно-теплоизоляционного материала [1, 7]. Таумалит отличается сравнимой с органобетонами прочностью, а за счет перехода до 80% сульфата кальция, составляющего основу гипса, в нерастворимое и неразлагающееся в естественных условиях соединение (гидросульфокарбосиликат кальция, или таумасит) он отличается сравнительно высокой водостойкостью [7].

Другой широко применяемой для измельченной древесины группой связующих являются магнезиальные вяжущие (магнезиальный цемент, цемент Сореля), которые представляют собой тонкоизмельченные каустический магнезит MgO или каустический доломит MgO·CaCO₃, затворяемые на водном растворе хлористого магния (обычно в виде минерала бишофита MgCl₂·6H₂O). Хлористый магний может быть заменен на сульфат магния или сульфат железа. Композиционные материалы на основе магнезиальных вяжущих объединяют под названием магнолит, а материалы с наполнителем в виде измельченной древеси-

ны называют ксилолит. Разновидностью ксилолита с высоким содержанием бишофита является бишолит, а ксилолит с наполнителем в виде древесной шерсти называют магнезиальным фибролитом. Для повышения прочности и стойкости к истиранию в состав для получения ксилолита добавляют мелкозернистый песок, для снижения теплопроводности в состав добавляют трепел, а для повышения водостойкости в состав добавляют тальк или сульфат железа, поверхность ксилолита пропитывают гидрофобными масляными составами и натирают мастиками. Прочность и водостойкость изделий из ксилолита также могут быть увеличены в результате твердения при повышенных температурах. Ксилолит отличается сравнительно высокой прочностью, стойкостью к ударным нагрузкам, биостойкостью, средними звуко- и теплоизоляционными свойствами, хорошей адгезией состава. Недостатками ксилолита являются невысокие значения водостойкости и химической стойкости, сравнительно высокая плотность. Ксилолит применяют для получения теплых полов по заливочной технологии, производства плит, плиток, листов, блоков, лестничных ступеней, подоконников и др. Изделия из ксилолита являются энергоэффективными конструкционными и отделочными, а плиты на основе каустического доломита применяют в качестве теплоизоляционных [8].

В качестве неорганического связующего для теплоизоляционных материалов на основе измельченной древесины также могут применяться известь и известковые вяжущие, представляющие собой продукт обжига известняка с активными добавками в виде шлака, золы или глины. Достаточно широко распространены составы, в которых в качестве связующего применяется смесь извести с цементом или гипсом. При использовании смеси извести с гипсом получаемый материал называют в большинстве случаев ксилобетоном, хотя, по мнению авторов данной статьи, более правильным будет называть его ксилосиликатом. Данные материалы применяются преимущественно для получения теплых штукатурок. По прочности и водостойкости данная группа материалов занимает промежуточное положение между материалами, получаемыми с использованием цемента и гипса. Преимуществами данных материалов являются высокие антисептические свойства и хорошая адгезия состава.

Еще одним неорганическим связующим является силикатная паста, состоящая из жидкого стекла с добавлением тонкомолотых известняка или песка для ускоре-

ния схватывания и повышения прочности, а также кремнефтористого натрия для придания антисептических свойств. Силикатная паста характеризуется хорошей адгезией к древесине и на ее твердение не влияют сахара, содержащиеся в древесине. Стекло-древесная масса, получаемая из данного связующего и измельченной древесины, отличается биостойкостью, огнестойкостью и средней прочностью при средних значениях водопоглощения и водостойкости. Стекло-древесная масса применяется для изготовления теплоизоляционных плит и среднего слоя перегородочных и стеновых панелей, наружный слой которых выполняют из древесноволокнистых плит и каркасной деревянной обвязки торцевых сторон. Наружные стороны стеклодревесных панелей покрывают силикатной пастой с повышенным содержанием песка. Стеклодревесные панели применяются при каркасном строительстве, а теплоизоляционные стекло-древесные плиты применяют для утепления чердачных перекрытий [9].

Измельченная древесина на органических связующих

Наиболее распространенными органическими связующими для измельченной древесины являются термореактивные синтетические смолы (реактопласты) [10, 11]: карбамидоформальдегидные, фенолоформеламиноформальдегидмальдегидные, ные, фурановые и изоцианатные. На основе синтетических смол при дополнительном введении гидрофобизаторов, антисептиков и антипиренов получают древесные плиты, которые называют по типу древесного наполнителя. Наиболее распространенными являются древесностружечные (ДСтП) древесноволокнистые (ДВП) плиты, а к менее распространенным относятся волокнистостружечные (ДСтП с наружными слоями из древесного волокна), древесноопилочные (ДОП, плиты на основе опилок и 4-8% синтетических смол называют тырсолитом [5]), древеснощепочные и древесношерстные плиты (ДШП). Широко распространенными на сегодняшний день также являются ориентированно-стружечные плиты (ОСП или OSB - Oriented Strand Board) из древесной шерсти, в которых стружка наружных слоев расположена продольно, а стружка внутренних слоев поперечно длине. ДВП на основе синтетических смол в зависимости от плотности подразделяют на полутвердые и их аналог MDF (Medium Density Fibreboard, МДФ или среднеплотная ДВП), твердые и их аналог HDF (Hight Density Fibreboard, ХДФ или высокоплотная ДВП) и сверхтвердые.

К мягким ДВП на синтетическом связующем относятся, например, плиты с торговыми названиями GUTEX и Steiko сухого способа производства, получаемые в результате орошения полиуретановой смолой (4% от состава плиты) с последующей обработкой смесью пара и горячего воздуха для отверждения смолы. По своей структуре древесные плиты могут быть сплошными и пустотелыми (многопустотными, т.е. содержать внутри пустоты и каналы), а также однослойными, трехслойными и многослойными, в которых слои могут отличаться как по размеру древесных частиц, так и по их ориентации, плотности слоя и количеству связующего. Наружные (лицевые) слои плит обычно делают из более мелкой фракции, они могут обладать повышенной плотностью и увеличенным количеством связующего. Для защиты древесных плит от внешних воздействий, понижения водопоглощения и придания им более эстетичного вида их в ряде случаев шпонируют, ламинируют, лакируют или окрашивают. Твердые ДВП с декоративным лицевым слоем называют оргалит.

Древесные плиты на синтетических связующих характеризуются средними показателями по прочности и ударной вязкости, относительной легкостью механической обработки, хорошими звуко- и теплоизоляционными свойствами, средними среди органических теплоизоляционных материалов значениями водопоглощения и биостойкости, гигроскопичностью, горючестью, способностью к тлению и наличием токсичных соединений в составе связующих. С уменьшением размеров древесных частиц, увеличением количества связующего и давления прессования плит повышаются их прочность и твердость, уменьшается водопоглощение, но ухудшаются теплоизоляционные характеристики. Древесные плиты малой плотности применяются в качестве теплоизоляционных, плиты средней плотности в качестве теплоизоляционноотделочных, а плиты высокой плотности в качестве отделочных и конструкционных материалов в строительстве и при производстве мебели. Кроме того, древесные плиты, преимущественно ОСП, применяются в качестве наружных слоев в производстве SIP-панелей (Structural Insulated Panel – конструкционно-изоляционная панель), в которых внутренний слой выполняется из теплоизоляционного материала (пенополистирол, пенополиизоцианурат, пенофенопласт или базальтовая вата) и которые применяются в каркасно-панельном малоэтажном строительстве для получения ограждающих конструкций.

Сходными с древесными плитами по составу являются теплоизоляционные конструкционно-теплоизоляционные полимербетоны, в которых связующим являются эпоксидные, фурановые, карбамидоформальдегидные фенолформальдегидные или полиэфирные смолы в количестве до 10%, в качестве наполнителя применяется измельченная древесина в количестве до 85% и дополнительно содержатся пигменты, пластификаторы, модификаторы и отвердители в количестве до 5%. Эти материалы в зависимости от количества наполнителя отличаются сравнительно высокой прочностью, морозостойкостью, абразивостойкостью и химической стойкостью при низких значениях теплопроводности и водопоглощения, а применяются для возведения и теплоизоляции внутренних ограждающих конструкций [1].

Насыпной теплоизоляцией на органическом связующем являются опилочные гранулы (опилочные окатыши), получаемые из смеси опилок, антипирена, антисептика и клея на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). В свою очередь КМЦ получают из хлопковой или древесной целлюлозы, целлюлозы из различных однолетних растений, т.е. из древесных и сельскохозяйственных растительных отходов, а также из целлюлозосодержащих отходов: гидролизной целлюлозы, отходов вискозных нитей и отходов производства щелочной целлюлозы [12]. Опилочные гранулы отличаются низкой теплопроводностью $(0.076 \text{ Br/м} \cdot {}^{\circ}\text{C})$, легкостью, не являются средой обитания для мышей и насекомых, не дают усадки и обладают пониженной по сравнению с измельченной древесиной горючестью.

В качестве органического связующего для измельченной древесины в индивидуальном и частном строительстве применяют универсальный или строительный поливинилацетатный клей в количестве 10—50%. В ряде случаев в такую смесь для повышения прочности добавляют цемент в количестве 10% от массы клея. Полученный теплоизоляционный материал применяется для заполнения различных пустот с целью утепления, характеризуется паропроницаемостью, относительными жесткостью и прочностью.

Существуют разработки по получению композиционного материала, в котором наполнителем являются древесные частицы размером не более 2 мм, а в качестве связующего применяется полистирол. Особенностью данной сырьевой смеси является возможность применения мягких сортов древесины и получение полистирола

путем растворения отходов на основе пенополистирола в метиленхлориде с последующей термообработкой для удаления растворителя, который затем конденсируется и используется повторно. Разработанный материал может применяться в производстве теплоизоляционно-отделочных плит, по плотности и прочности он соответствует полутвердым ДВП, отличается средним водопоглощением и теплопроводностью $0,073~\mathrm{Bt/(M^{-o}C)}$ [13, 14].

На основе мелкоизмельченной древесины и древесной муки с использованием термопластичных связующих (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, акрилонитрилбутадиенстирол и полиамиды) и добавлением различных модифицирующих добавок могут быть получены древесно-полимерные композиты (ДПК, жидкое дерево, древопласт, экологически чистые древеснонаполненные пластмассы или ЭДНП и др.), которые за счет высокой пластичности смеси могут перерабатываться в изделия различной конфигурации методами прессования, экструзии и литья под давлением [15]. Данные материалы отличаются высокой степенью наполнения (50-85%), поэтому по своим свойствам и внешнему виду во многом аналогичны древесине. ДПК характеризуются легкостью, водостойкостью, атмосферостойкостью, биостойкостью, низким водопоглощением, легкостью механической обработки, сравнительно высокой прочностью и хорошими теплоизоляционными свойствами. Данные материалы в настоящее время широко используются в производстве корпусной мебели, дверных и оконных блоков, подоконников, террасных досок и сайдинга, однако существуют исследования и разработки по возможности их применения для теплоизоляции [16, 17].

Теплоизоляция на основе древесной коры

Древесная кора представляет собой наружный покров ствола, сучьев и ветвей одревесневших (древесных) растений, состоит из внутреннего слоя живых клеток (луба) и внешнего слоя отмерших клеток (пробки). Пробка образуется в результате опробковения клеток луба под действием жироподобного вещества суберина (глицерид феллоновой кислоты), делающего оболочки клеток непроницаемыми для воды и газа. Кора в отличие от древесины содержит меньше волокон, что объясняет ее меньшую прочность, но тонкостенные клетки пробки заполнены воздухом, поэтому кора обладает высокими теплоизоляционными свойствами [18]. Кора является отходом операции окорки при лесозаготовке и лесопилении, поэтому отличается низкой стоимостью. Для обозначения разных по размерам фракций коры используют термины, аналогичные применяемым для измельченной древесины: дробленка коры, щепа коры, стружка коры и т.д.

После высушивания кора может применяться в качестве засыпной теплоизоляции [18, 19] или в качестве наполнителя для композиционных материалов на различных связующих, от которых зависит название получаемого композита. При использовании гипса и быстротвердеющего цемента получают королиты, при использовании обычных цементов - коробетоны, а при использовании синтетических термореактивных смол - коропласты и древеснокорьевые плиты (ДКП). Есть исследования по получению ДКП на термопластичных связующих, например с использованием вторичного полиэтилена [18] или с применением водного экстракта из коры в качестве связующего [20]. В ряде случаев ДКП причисляют к королитовым плитам, однако, по мнению авторов данной статьи, термин «коропласт» лучше отражает их состав. По своим свойствам материалы с наполнителем в виде измельченной коры отличаются высокими звуко- и теплоизоляционными свойствами, однако у них меньше прочность и выше водопоглощение по сравнению с материалами, получаемыми с использованием измельченной древесины. Композиты на основе измельченной коры выпускаются в виде плит для строительной теплоизоляции, а в ряде случаев для внутренней отделки.

В особую группу выделяют утеплители на основе коры пробкового дуба. В качестве насыпной теплоизоляции применяют так называемые пробковые гранулы (крошка), получаемые в результате измельчения отходов от производства бутылочных пробок и пробковых утеплителей. Пробковый шпон применяется в качестве теплоизоляционно-отделочного материала для пола (пробковая доска, покрытая износостойким лаком) и стен (пробковые обои на бумажной или флизелиновой основе). Белый агломерат, называемый также чистым, представляет собой пробковые гранулы (в ряде источников указывается на использование молодой коры ветвей), из которых при низком содержании в них влаги с помощью прессования при добавлении связующих (органические клеи (преимущественно акриловые клеи на латексной основе), желатин, каменноугольный пек и смолы [21]) теплоизоляционно-отделочные формуют изделия для внутренних работ в виде рулонов и плит, которые также называют импрегнированными. В ряде источников указывается, что белый агломерат получают без добавления связующих, однако влажность при его производстве невысока и нагрев не производится, поэтому, по мнению авторов данной работы, образование естественного связующего, как в случае с черным агломератом, который будет рассмотрен далее, невозможно. В качестве теплых подложек под ламинат наряду с рулонным пробковым агломератом применяют пробковые гранулы на битумной основе и резиново-пробковую подложку. Пробковые гранулы также могут являться наполнителем для получения теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных полимербетонов или применяться для получения жидкого пробкового герметика, содержащего 87% пробковых гранул, 5% акрилового связующего и 8% воды.

Прочая теплоизоляция на древесной основе

Особой разновидностью утеплителей на древесной основе являются материалы, при получении которых не применяются дополнительные компоненты, а связующими становятся продукты деструкции и трансформации лигноуглеводного комплекса, включающего лигнин (трехмерный фенольный полимер) и гемицеллюлозу (полисахариды). При определенной влажности древесного сырья под действием температуры происходит размягчение лигнина и частичный гидролиз гемицеллюлозы с последующей поликонденсацией и образованием новых химических связей с получением высокомолекулярных лигноуглеводных комплексов, которые выступают связующим для целлюлозных волокон [22, 23]. Степень трансформации лигноуглеводного комплекса зависит от температуры, а степень уплотнения и прочность – от давления. Органические кислоты, образующиеся при гидролизе полисахаридов, и смоляные кислоты, присутствующие в древесине, служат катализаторами процессов поликонденсации [24]. Самыми распространенными материалами на лигноуглеводном связующем являются мягкие ДВП мокрого способа производства (МДВП, древесноволокнистые маты, в том числе плиты GUTEX и Steiko мокрого способа производства), которые получают на основе древесной ваты преимущественно хвойных пород деревьев, которые по сравнению с лиственными породами содержат больше лигнина, хотя возможно использование смеси из древесного волокна хвойных и лиственных пород. Для снижения водопоглощения в состав МДВП вводят парафин, для повышения жесткости и прочности добавляют латекс, а для получения плит большой толщины производят их

склеивание из отдельных слоев при помощи поливинилацетата. Формирование плит происходит в результате сушки так называемого ковра из тонкоразмолотой древесноволокнистой массы при температуре 130–160°С. МДВП отличаются невысокой степенью трансформации лигноуглеводного комплекса, высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, легкостью, экологичностью, эластичностью, высоким водопоглощением, низкими показателями водостойкости и прочности. К материалам на лигноуглеводных связующих также относятся лигноуглеводные древесные пластики (ЛУДП), получаемые при давлении 1,5–5 МПа и температуре 160–180°C, и пьезотермопластики (ПТП), получаемые при давлении 20-30 МПа и температуре 140-225°C. Возможно получение ПТП при предварительном гидролизе древесных частиц, что позволяет снизить давление до 15 МПа и уменьшить температуру до 160°C. Предварительная обработка также может проводиться желатинированием хлором, аммиаком, серной кислотой и др. или химической поликонденсацией с участием фурфурола, фенола, формальдегида, ацетона, щелочного или гидролизного лигнина и др. [23]. В качестве альтернативного варианта активации составляющих лигноуглеводного комплекса древесины возможна его биодеструкция с использованием дереворазрушающих грибов (ксилотрофов), которые вырабатывают гидролитические и окислительные ферменты [23-25]. ПТП за счет более высоких значений температуры и давления (термин «пьезотермопластик» происходит от греч. ріеzō – давить и therme - тепло) характеризуется более высокими значениями трансформации лигноуглеводного комплекса, более высокими значениями прочности и водостойкости, однако их производство отличается длительностью и высокой энергоемкостью. ЛУДП и ПТП могут применяться в качестве конструкционных, конструкционнотеплоизоляционных и теплоизоляционных изделий. К наиболее распространенным разновидностям ЛУДП и ПТП на древесной основе относятся плиты LDF (Low Density Fiberboard, ЛДФ или низкоплотная ДВП), получаемые из древесных волокон сосен и эвкалиптов при высоких температуре и давлении, и вибролит, получаемый при температуре до 200°C и давлении до 1,96 МПа из смеси древесных частиц размером 0,5-2 мм и шлама на основе размолотой в вибромельнице древесины. Вибролитовые плиты после формования подвергают закалке при 120-160°C для снижения водопоглощения и разбухания. Плиты LDF

и вибролит применяются в качестве конструкционно-отделочных и отделочно-теплоизоляционных. К ПТП также относится экспанзит, который получают из пробковой крошки с высокой влажностью в результате прессования при температуре 250–400°C. Особенностями экспанзита является образование связующего на основе лигнина и суберина, а также увеличение материала в объеме до 30% во время нагревания при переработке в изделие за счет расширения водяных паров и воздуха. Экспанзит называют черным пробковым агломератом из-за черного цвета, получаемого в результате частичного обугливания пробковых гранул во время нагрева при производстве. Плиты из экспанзита применяются для строительной теплоизоляции, характеризуются высокими теплоизоляционными свойствами, легкостью, а также пониженными значениями водопоглощения, гигроскопичности и горючести.

Свежесрубленные ветви диаметром до 8 см можно применять в изготовлении сучкоблоков, для получения которых ветви спрессовывают, блок обвязывают в двух местах проволокой, неровности в виде боковых сучков спиливают, проводят антисептирование и естественную сушку. По своим свойствам сучкоблоки во многом схожи с изделиями из древесины, но отличаются меньшими значениями прочности и водостойкости, более высоким водопоглощением. Сучкоблоки применяются в качестве конструкционных и теплоизоляционных изделий в малоэтажном каркасном строительстве.

В качестве насыпной теплоизоляции в частном и индивидуальном строительстве также применяются высушенные хвоя ($\lambda=0.08~{\rm BT/(M^{\circ}C)}$) и листья ($\lambda=0.05-0.06~{\rm BT/(M^{\circ}C)}$).

К теплоизоляции на основе лигноцеллюлозы, в основном древесной целлюлозы, относится группа материалов, объединяемых под общим термином «наноцеллюлоза» [26]:

- нанокристаллическая целлюлоза, представляющая собой стержнеобразные нитевидные кристаллы диаметром 2–50 нм и длиной 50–1160 нм со степенью кристалличности 54–88%. Нанокристаллы целлюлозы выделяют в результате кислотного гидролиза аморфной составляющей целлюлозных волокон;

нанофибриллированная целлюлоза, представляющая собой нановолокна диаметром 5–20 нм и длиной до нескольких мкм, которые проявляют свойства псевдопластичного геля. Нановолокна получают при высокой скорости измельчения

при больших температуре и давлении, при измельчении ультразвуком, кавитационно-гидродинамическим и др. методами;

– бактериальная наноцеллюлоза, получаемая в результате экстракции органическими растворителями из низкомолекулярных полисахаридов, которые образуются при ферментации исходной целлюлозы бактериями.

Путем химической сшивки из наноцеллюлозных материалов могут быть получены целлюлозные аэрогели и пены. Например, при обработке древесины концентрированной кислотой в присутствии поливинилового спирта и сшивающего агента (1,2,3,4-бутантетракарбоксильной кислоты) с последующей лиофилизацией (заморозка с последующей вакуумной возгонкой) может быть получена теплоизоляционная целлюлозная пена ($\lambda = 0.027$ Bт/ (м·°С)) с высокими значениями упругости и прочности [27]. Наноцеллюлозные материалы также могут применяться для получения полимерных композиционных материалов, в том числе покрытий. По сути, разновидностью наноцеллюлозы теплоизоляционного назначения является материал, названный разработчиками нанодревесиной и получаемый из заготовки с продольным расположением древесных волокон в три этапа: кипячением в смеси гидроксида и сульфида натрия, удалением лигнина и большей части гемицеллюлозы при помощи пероксида водорода с сохранением структуры расположения волокон и лиофилизации [28]. Волокна нанодревесины упаковываются глюкановыми цепями, удерживаются при помощи межмолекулярных водородных связей и ван-дер-ваальсовых сил. Полученный материал отличается высокой пористостью (около 91%), способностью отражать 95% лучистого теплового потока и анизотропностью свойств - поперек волокон прочность и теплоизоляционные свойства существенно выше, при этом тепло может распространяться по микропорам вдоль волокон при изоляции распространения в поперечном направлении, что исключает нагрев материала. Наноцеллюлозные материалы и изделия на их основе отличаются высокими значениями прочности, легкости, гибкости, теплоизоляционных свойств и способны к биодеградации, а их основными недостатками являются горючесть и в большинстве случаев сравнительно высокая стоимость, трудоемкость технологии получения. Наноцеллюлоза может использоваться в производстве изделий для строительной и трубной теплоизоляции.

Заключение

В настоящее время в строительной теплоизоляции утеплители на основе древесного сырья, включающие как традиционно используемые материалы, так и материалы из достаточно недавних разработок, являются одними из распространенных и наиболее широко применяются при строительстве малоэтажных зданий. Из-за горючести, низких значений водостойкости и биостойкости древесного сырья материалы на его основе применяются при введении антипиренов, гидрофобизаторов и антисептиков, уменьшающих данные недостатки. Однако перечисленные недостатки в сочетании с низкой термостойкостью препятствуют применению утеплителей на древесной основе для технической теплоизоляции при высоком нагреве теплоизолируемых поверхностей. Указанные недостатки могут быть уменьшены за счет применения неорганических и органических связующих, которые повышают прочность, снижают теплопроводность, изолируют частицы древесного сырья от контакта с влагой, агрессивными средами, атмосферными факторами, а также защищают их от воздействий биологического характера. В связи с этим композиционные материалы позволяют сочетать преимущества древесного наполнителя и применяемого связующего, однако стоит учитывать, что при высоком содержании связующего уменьшаются легкость и теплоизолирующие характеристики материала. Стоит учитывать, что в отличие от теплоизоляции на неорганической основе и газонаполненных полимерных материалов и изделий, рассмотренных авторами данной работы ранее [29, 30], утеплители на основе древесного сырья отличаются низкой стоимостью и экологической безопасностью, которым в последнее время уделяется большое внимание при выборе строительных материалов. В то же время древесное сырье является широко распространенным в природе и позволяет обеспечивать крупнотоннажное производство материалов на его основе. Таким образом, рассмотренные материалы на древесной основе являются группой перспективных утеплителей для строительной теплоизоляции, а их производство будет развиваться, расширяться и совершенствоваться, способствуя увеличению ассортимента эффективных строительных материалов.

Список литературы

1. Павлычева Е.А., Пикалов Е.С. Современные энергоэффективные конструкционные и облицовочные строительные материалы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 7. С. 76–87.

- 2. Павлычева Е.А., Пикалов Е.С. Характеристика современных материалов для облицовки фасадов и цоколей зданий и сооружений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 4. С. 55–61.
- 3. Мохирев А.П., Безруких Ю.А., Медведев С.О. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса как фактор устойчивого природопользования. Инженерный вестник Дона. 2015. № 2–2. С. 81.
- 4. Андреев А.А. Ресурсосбережение и использование отходов заготовки и переработки древесного сырья // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2014. № 10. С. 148–155.
- 5. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности: Учебно-справочное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 268 с.
- 6. Попов В.Г., Попова А.В., Жигулина Т.Н., Кротов В.Н. Создание строительных материалов на основе отходов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2017. № 5–6. С. 35–38.
- 7. Грановский А.В., Джамуев Б.К., Лысков А.В., Попов М.В. Современные несущие конструкции зданий из быстротвердеющего композита (таумалита) на основе гипсоцементного вяжущего // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 9. С. 101–105.
- 8. Звездина Е.В., Трескова Н.В. Повышение водостой-кости теплоизоляционных изделий на основе каустического доломита // Научно-практический интернет-журнал «Наука. Строительство. Образование». 2011. № 1. С. 13. [Электронный ресурс]. URL: http://nso-journal.ru/public/journals/1/issues/2011/01/13.pdf (дата обращения: 11.03.2021).
- 9. Коротаев Э.И., Симонов В.И. Производство строительных материалов из древесных отходов. М.: Лесная промышленность, 1972. 144 с.
- 10. Торлова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С. Технологии производства, свойства и области применения композиций на основе фенолформальдегидных смол // Научное обозрение. Технические науки. 2017. № 2. С. 96–114.
- 11. Колосова А.С., Сокольская М.К., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. Современные полимерные композиционные материалы и их применение // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 5. С. 245–256.
- 12. Куничан В.А., Харитонов С.В. Синтез карбоксиметилцеллюлозы из льняной целлюлозы // Химия растительного сырья. 1999. № 2. С. 155–157.
- 13. Колосова А.С., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Теплоизоляционный композиционный материал на основе древесных и полимерных отходов // Экология и промышленность России. 2020. № 2. С. 28–33.
- 14. Колосова А.С., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Применение древесных отходов для получения теплоизоляционного композиционного материала на основе вторичного полимерного связующего // Экология промышленного производства. 2020. № 2. С. 6–10.
- 15. Клесов А.А. Древесно-полимерные композиты. СПб.: Научные основы и технологии, 2010. 756 с.
- 16. Воскобойников И.В., Кондратюк В.А., Щелоков В.М., Константинова С.А., Поляков М.Н. Разработка базовых технологических процессов получения древеснополимерных композиционных материалов // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. 2012. № 8. С. 146–153.
- 17. Стородубцева Т.Н., Аксомитный А.А., Кузнецов Д.С. Исследование теплофизических свойств древесного полимер-песчаного композиционного материала // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6. № 7 (43). С. 142–145.
- 18. Пастори 3., Горбачева Г.А., Санаев В.Г., Мохачине И.Р., Борчок 3. Состояние и перспективы использования древесной коры // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2020. № 5. С. 74–88.

- 19. Пастори 3., Мохачине И.Р., Горбачева Г.А., Санаев В.Г. Исследования теплоизолирующей способности древесной коры // Лесотехнический журнал. 2017. № 1. С. 157–161.
- 20. Андрейчук Т. Теплоизоляция. Ч. III // Ватерпас. 2001. № 1–2. С. 118–121.
- 21. Килюшева Н.В., Данилов В.Е., Айзенштадт А.М. Теплоизоляционный материал из коры сосны и ее экстракта // Строительные материалы. 2016. № 11. С. 48–50.
- 22. Базарнова Н.Г., Галочкин А.И., Крестьянников В.С. Влияние гидротермической обработки древесины на свойства древесных прессованных материалов // Химия растительного сырья. 1997. № 1. С. 11–16.
- 23. Савиновских А.В. Получение пластиков из древесных и растительных отходов в закрытых пресс-формах: дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2016. 107 с.
- 24. Шеина Т.В. Архитектурное материаловедение: учебное пособие. Ч. І. Самара: СамГТУ, 2011. 374 с.
- 25. Кондращенко В.И., Тарарушкин Е.В., Горшина Е.С., Кесарийский А.Г. Биопластики древесные композиционные материалы, получаемые методами биотехнологии //

- Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2012. \mathbb{N}_2 1. С. 17–24.
- 26. Зарубина А.Н., Иванкин А.Н., Кулезнев А.С., Кочетков В.А. Целлюлоза и наноцеллюлоза. Обзор // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2019. № 5. С. 116–125.
- 27. Wang P., Aliheidari N., Zhang X., Ameli A. Strong ultralight foams based on nanocrystalline cellulose for high-performance insulation. Carbohydrate Polymers. 2019. Vol. 218. P. 103–111.
- 28. Li T., Song J., Zhao X., Yang Z., Pastel G., Xu S., Jia C., Dai J., Chen C., Gong A., Jiang F., Yao Y., Fan T., Yang B., Wågberg L., Yang R., Hu L. Anisotropic, lightweight, strong, and super thermally insulating nanowood with naturally aligned nanocellulose. Science Advances. 2018. Vol. 4. Iss. 3. Article 3724.
- 29. Колосова А.С., Пикалов Е.С. Современные эффективные теплоизоляционные материалы на неорганической основе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 9. С. 64–75.
- 30. Колосова А.С., Пикалов Е.С. Современные газонаполненные полимерные материалы и изделия // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 10. С. 54–67.

СТАТЬИ

УДК 546.13:661.9

КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ХЛОРИДА ГОЛЬМИЯ С ГЛИЦИНОМ В ВОДНОЙ СРЕДЕ ПРИ 25°C

Осмонова С.С., Орозбаева Н.О., Дубанаева К.Дж., Саркелов Ж.С., Байдинов Т.Б.

Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына, Бишкек, e-mail: osmonova09@mail.ru

Изучение фазовых равновесий в водно-солевых системах, включающих редкоземельные элементы (РЗЭ) и аминокислоты, является актуальным по причине склонности аминокислот к комплексообразованию и к образованию новых твердых фаз, обладающих биологической активностью. Данная работа посвящена насущной задаче - синтезу биоактивных препаратов на основе глицина и хлорида гольмия. В результате исследования установлено образование комплекса с соотношением реагирующих компонентов 1:3:3. Исследованы гетерогенные равновесия в тройной системе хлорид гольмия – глицин – вода при 25 °C. Выявлено образование соединения состава HoCl₃·3C₃H₄O₃N·3H₃O. Идентификация нового комплекса подтверждена современными методами физико-химического анализа, такими как ИК-спектроскопия и дифференциальнотермический, рентгенографический анализ. О локализации химической связи между комплексообразователем и лигандами судили по смещению полос поглощения в ИК-спектрах координированной и свободной аминокислоты. По результатам проведенного термогравиметрического анализа показано, что термическая диссоциация комплекса протекает в несколько стадий и сопровождается соответственно убылью массы и различными термоэффектами. Процессы, происходящие при термолизе, показывают термическую устойчивость соединения, которая зависит от природы центрального иона, лиганда и структуры комплекса. Рентгенодифрактометрический анализ свидетельствует об индивидуальности комплекса. Индицирование линий рентгенограммы привело к выводу, что кристаллы исследуемого вещества следует отнести к моноклинной сингонии. Таким образом, экспериментальные данные позволяют предположить, что в координационную сферу установленного нами соединения входят три молекулы воды и три молекулы глицина, связанные с ионом гольмия через атомы кислорода ионизированной карбоксильной группы.

Ключевые слова: гетерогенные равновесия, редкоземельные элементы, хлорид гольмия, глицин, растворимость, физико-химические методы исследования

COMPLEX FORMING CAPACITY OF HOLMIUM CHLORIDE WITH GLYCINE IN AQUATIC MEDIUM AT 25°C

Osmonova S.S., Orozbaeva N.O., Dubanaeva K.Dzh., Sarkelov Zh.S., Baydinov T.B.

Kyrgyz National University named after Zh. Balasagyn, Bishkek, e-mail: osmonova09@mail.ru

The study of phase equilibria in water-salt systems, including rare-earth elements (REE) and amino acids, is relevant due to the tendency of amino acids to complex formation and to form new solid phases with biological activity. This work is devoted to the urgent problem of the synthesis of bioactive drugs based on glycine and holmium chloride. The study established the formation of a complex with a ratio of reacting components 1:3:3. Heterogeneous equilibria in the holmium chloride-glycine-water ternary system at 25 °C were studied. The formation of a compound of the composition $HoCl_3$: $3C_2H_3O_2N$: $3H_2O$ was revealed. The identification of the new complex is confirmed by modern methods of physical and chemical analysis, such as IR-spectroscopy and differential thermal, X-ray analyzes. The localization of the chemical bond between the complexing agent and the ligands was judged by the shift of absorption bands in the IR-spectra of the coordinated and free amino acid. Based on the results of the thermogravimetric analysis, it was shown that the thermal dissociation of the complex proceeds in several stages and is accompanied, respectively, by a decrease in mass and various thermal effects. The processes occurring during thermolysis show the thermal stability of the compound, which depends on the nature of the central ion, ligand and the structure of the complex. X-ray diffractometric analysis indicates the individuality of the complex. The indexing of the lines of the retrogenogram led to the conclusion that the crystals of the studied substance should be attributed to the monoclinic system. Thus, the experimental data suggest that the coordination sphere of the compound we have established includes three water molecules and three glycine molecules bound to the holmium ion through the oxygen atoms of the ionized carboxyl group.

Keywords: geterogenous equilibriums, rare earths, holmium chloride, glycine, solubility, physico-chemical methods of research

Исследование координационных соединений редкоземельных металлов с аминокислотами вызывает большой интерес ученых в связи с биохимическими процессами, протекающими в живых организмах [1, 2].

Выяснение возможностей комплексоообразования, установления состава, концентрационных пределов синтеза в насыщенных водных растворах, свойств новых
координационных соединений хлорида

гольмия с глицином является основной целью настоящей работы.

Тройная система хлорид гольмия — глицин — вода исследована методом растворимости при 25 °C. Исходными веществами являлись предварительно очищенные путем перекристаллизации в водной среде хлорид гольмия и глицин марки «ч.д.а.». Момент установления равновесия в системе контролировали сходимостью результа-

тов химического анализа последних двух проб в жидкой фазе. Содержание ионов гольмия определяли трилонометрическим титрованием [3, с. 19], а азот глицина — методом Къельдаля [4, с. 16]. Идентификацию твердых фаз (в мас. %) проводили методом «остатков» Скрейнемакерса.

Система хлорид гольмия – глицин – вода при 25°C

Как видно из экспериментальных данных (рис. 1, табл. 1), диаграмма растворимости исследуемой системы при 25 °С состоит из трех областей кристаллизации. Первая и третья области отвечают кристаллизации исходных солей. Средняя ветвь кривой ликвидуса указывает на комплексообразование в насыщенных водных растворах координационного соединения с соотношением соли:глицина:воды 1:3:3.

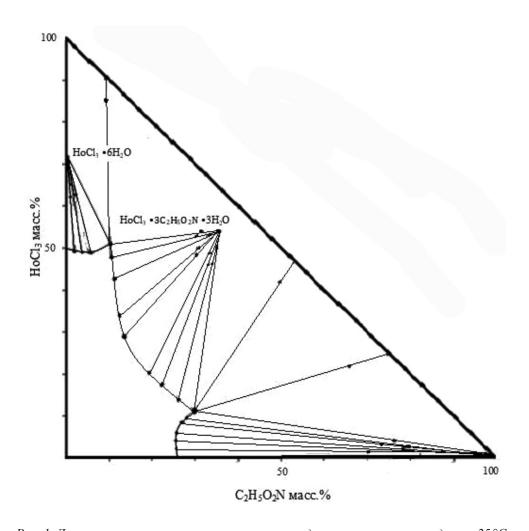
Полученное соединение занимает довольно обширные концентрационные пределы образования и является конгруэнтно рас-

творимым в воде. Исходя из таких условий, твердая фаза легко выделяется из водной среды в виде кристаллов светло-желтого цвета. Пересчет массовых долей на молекулярные соответствует формуле с соотношением компонентов HoCl₃•3C₂H₅O₂N•3H₂O.

Индивидуальность установленного по диаграмме растворимости соединения подтверждена изучением ИК-спектров поглощения, термогравиграмм (рис. 2) и дифрактограмм (рис. 4).

С целью выяснения природы координационной связи глицина с ионом гольмия в комплексе, изучены смещения полос поглощения лигандов в области 400–4000 см⁻¹ на спектрометре Nicolet-IR-1200 в виде таблеток с бромистым калием (табл. 2).

Сравнение ИК-спектров свободного глицина и соединения $HoCl_3 \cdot 3C_2H_5O_2N \cdot 3H_2O$ показывает сходный контур кривых поглощения и указывает на сохранение цвиттерионной формы аминокислоты [5, c. 103].



 $Puc.\ 1.\ Диаграмма растворимости системы хлорид гольмия – глицин – вода при <math>25\,^{\circ}C$

Растворимость и состав твердых фаз в системе HoCl₃-C₂H₅O₂N-H₂O при 25 °C

№ НоСІ, Мас. % (НоСІ, ПоСІ, ОДН,ОД) Состав жиджой фазы, Мас. % (Мас. %) Состав жиджой фазы, Мас. % (Мас. %) Кристаллизующаяся фаза Кристаллизующаяся фаза 1 — 25,80 — — — — 2 1,97 25,57 0,55 80,00 — — — 3 3,98 25,50 1,88 69,96 —<	3.0	-	V 1			Tr 1		
HoCl ₃	№			Состав твердого «остатка», мас. %		Кристаллизующаяся фаза		
2 1,97 25,57 0,55 80,00 3 3,98 25,50 1,88 69,96 4 5,40 25,31 1,93 78,40 5 8,10 26,49 2,97 75,43 6 9,61 27,53 3,11 79,26 7 11,88 29,39 4,13 74,59 8 24,68 66,27 24,68 66,27 9 42,21 51,44 42,21 51,44 10 11,88 29,39 51,78 34,00 11 13,62 25,90 48,97 32,29 12 17,9 20,10 49,11 31,41 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 68,58 1,91								
3 3,98 25,50 1,88 69,96 4 5,40 25,31 1,93 78,40 5 8,10 26,49 2,97 75,43 C2H3O2N 6 9,61 27,53 3,11 79,26 7 11,88 29,39 4,13 74,59 8 24,68 66,27 24,68 66,27 9 42,21 51,44 42,21 51,44 10 11,88 29,39 51,78 34,00 11 13,62 25,90 48,97 32,29 12 17,9 20,10 49,11 31,41 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13	1	-	25,80	_	_			
4 5,40 25,31 1,93 78,40 5 8,10 26,49 2,97 75,43 C2H3O2N 6 9,61 27,53 3,11 79,26 7 11,88 29,39 4,13 74,59 8 24,68 66,27 24,68 66,27 C2H3O2N+HoCl3+3C2H3O2N+3H2O 9 42,21 51,44 42,21 51,44 42,21 51,44 10 11,88 29,39 51,78 34,00 32,29 12 17,9 20,10 49,11 31,41 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl3*3C2H50N*3H2O + HoCl3*6H2O 20 <td< td=""><td>2</td><td>1,97</td><td>25,57</td><td>0,55</td><td>80,00</td><td></td></td<>	2	1,97	25,57	0,55	80,00			
5 8,10 26,49 2,97 75,43 C2H3O2N 6 9,61 27,53 3,11 79,26 7 11,88 29,39 4,13 74,59 8 24,68 66,27 24,68 66,27 9 42,21 51,44 42,21 51,44 10 11,88 29,39 51,78 34,00 11 13,62 25,90 48,97 32,29 12 17,9 20,10 49,11 31,41 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl,*3C,H,O,N*3H,O+HoCl,*6H,O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 2	3	3,98	25,50	1,88	69,96			
6 9,61 27,53 3,11 79,26 7 11,88 29,39 4,13 74,59 8 24,68 66,27 24,68 66,27 9 42,21 51,44 42,21 51,44 10 11,88 29,39 51,78 34,00 11 13,62 25,90 48,97 32,29 12 17,9 20,10 49,11 31,41 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl ₃ *3C ₂ H ₃ O ₂ N*3H ₂ O + HoCl ₃ *6H ₂ O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00	4	5,40	25,31	1,93	78,40			
7 11,88 29,39 4,13 74,59 8 24,68 66,27 24,68 66,27 C2H ₅ O ₂ N + HoCl ₃ *3C ₂ H ₅ O ₂ N*3H ₂ O 9 42,21 51,44 42,21 51,44 10 11,88 29,39 51,78 34,00 11 13,62 25,90 48,97 32,29 12 17,9 20,10 49,11 31,41 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 68,58 1,91 19 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	5	8,10	26,49	2,97	75,43	$C_2H_5O_2N$		
8 24,68 66,27 24,68 66,27 C2H ₂ O ₂ N + HoCl ₃ *3C ₂ H ₃ O ₂ N*3H ₂ O 9 42,21 51,44 42,21 51,44 10 11,88 29,39 51,78 34,00 11 13,62 25,90 48,97 32,29 12 17,9 20,10 49,11 31,41 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 68,58 1,91 19 49,79 6,86 64,65 1,96 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	6	9,61	27,53	3,11	79,26			
9 42,21 51,44 42,21 51,44 10 11,88 29,39 51,78 34,00 11 13,62 25,90 48,97 32,29 12 17,9 20,10 49,11 31,41 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl,*3C,H,O,N*3H,O+HoCl,*6H,O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	7	11,88	29,39	4,13	74,59			
10	8	24,68	66,27	24,68	66,27	$C2H_5O_2N + HoCl_3 - 3C_2H_5O_2N - 3H_2O$		
11 13,62 25,90 48,97 32,29 12 17,9 20,10 49,11 31,41 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl ₃ *3C ₂ H ₅ O ₂ N*3H ₂ O + HoCl ₃ *6H ₂ O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	9	42,21	51,44	42,21	51,44			
12 17,9 20,10 49,11 31,41 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl,*3C,H,O,N*3H,O+HoCl,*6H,O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	10	11,88	29,39	51,78	34,00			
HoCl ₃ •3C ₂ H ₃ O ₂ N•3H ₂ O 13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl ₃ •3C ₂ H ₅ O ₂ N•3H ₂ O + HoCl ₃ •6H ₂ O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	11	13,62	25,90	48,97	32,29			
13 19,19 17,29 50,71 32,00 14 28,01 10,38 50,00 29,97 15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl,*3C,H,O,N*3H,O+HoCl,*6H,O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	12	17,9	20,10	49,11	31,41	HoCl •3C H O N•3H O		
15 33,49 6,13 51,98 30,33 16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl ₃ •3C ₂ H ₃ O ₂ N•3H ₂ O + HoCl ₃ •6H ₂ O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	13	19,19	17,29	50,71	32,00	110013 302113021 31120		
16 43,11 5,87 53,70 31,86 17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl ₃ •3C ₂ H ₃ O ₂ N•3H ₂ O + HoCl ₃ •6H ₂ O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	14	28,01	10,38	50,00	29,97			
17 48,64 9,93 53,48 29,21 18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl ₃ •3C ₂ H ₅ O ₂ N•3H ₂ O + HoCl ₃ •6H ₂ O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	15	33,49	6,13	51,98	30,33			
18 51,22 10,13 54,33 29,99 19 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl ₃ •3C ₂ H ₅ O ₂ N•3H ₂ O + HoCl ₃ •6H ₂ O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	16	43,11	5,87	53,70	31,86			
19 51,22 10,13 86,60 9,21 HoCl ₃ •3C ₂ H ₅ O ₂ N•3H ₂ O + HoCl ₃ •6H ₂ O 20 51,22 10,13 68,58 1,91 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	17	48,64	9,93	53,48	29,21			
20 51,22 10,13 68,58 1,91 HoCl3•6H ₂ O 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	18	51,22	10,13	54,33	29,99			
HoCl3•6H ₂ O 21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	19	51,22	10,13	86,60	9,21	$HoCl_3 \bullet 3C_2H_5O_2N \bullet 3H_2O + HoCl_3 \bullet 6H_2O$		
21 49,79 6,86 64,65 1,96 22 49,65 4,77 65,87 1,99 23 50,00 2,19 64,68 0,94	20	51,22	10,13	68,58	1,91	НоСІЗ•6Н О		
23 50,00 2,19 64,68 0,94	21	49,79	6,86	64,65	1,96	110010 01120		
	22	49,65	4,77	65,87	1,99			
24 50,71 - 71,54 -	23	50,00	2,19	64,68	0,94			
	24	50,71	_	71,54	_			

	Таблица 2
Основные колебательные частоты (см-1) в ИК-спектрах глицина	
и комплексного соединения	

$C_2H_5O_2N$	HoCI ₃ •3C ₂ H ₅ O ₂ N•3H ₂ O	Отнесение
504	510	t (NH3+)
607,7	591	(NH2); π (COO ⁻)
698,3	678	w(COO-)
892,8; 910,9	907	vs(CCN) r(CH2)
1033,5	1037,7	vas(CCN)
1112,2; 1131,8	1106	ρr(NH3 ⁺)
1333,7	1333,8	_w (CH2)
1412,9; 1443,7	1415; 1480,4	vs(COO-)
1502; 1512; 1530	1527,2	δs(NH3 ⁺)
1611,6; 1619,7	1574; 1616,6	vas(COO-)
3007,6; 3168,1	_	ν(NH2)
_	3402,9	ν(OH)

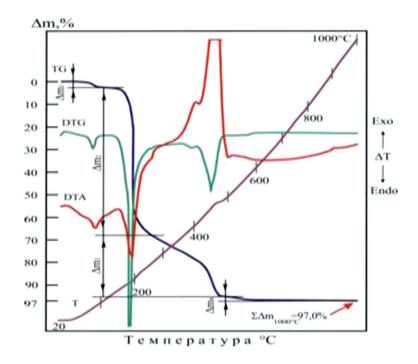


Рис. 2. Термогравиграмма соединения HoCl₃•3C₂H₅O₃N•3H₃O

Частоты антисимметричных валентных колебаний vasCOO группы свободного лиганда в области 1611,6 см-1 при образовании соединения уменьшаются до 1574 см-1, а симметричные валентные колебания vsCOO смещаются в высокочастотную область (с 1443,7 по 1480,4 см-1), т.е. атомы кислорода карбоксилат-иона участвуют в донорно-акцепторном взаимодействии. Величина δ (COO-) = vas COO-) – v_s (COO-) = 94 см-1, что также указывает на вхождение молекул глицина во внутреннюю сферу.

В спектре некоординированного глицина полосы при 3007,6 и 3168,1 см⁻¹ отвечают колебаниям v(NH₂). В спектре комплекса эти полосы перекрываются полосами валентных колебаний координированных молекул воды и проявляются в виде широкой полосы с нечетко выраженным максимумом при 3402,9 см⁻¹. Наложение полос деформационного колебания НОН и антисимметричных валентных колебаний карбоксилат-иона в области 1630–1600 см⁻¹ препятствует их идентификации.

Термические свойства $HoCI_3$ - $3C_2H_5O_2$ N- $3H_2O$ изучены методом дериватографии. На термограмме наблюдаются четыре термических эффекта (рис. 2, табл. 3). В результате нагревания происходит дегидратация соединения при 90 °C с потерей трех молекул воды, что составляет 2,75 % от исходной массы.

В интервале температур 105-160°C происходит распад молекул аминокислоты с образованием оксидов углерода и азота. Глубокий пик, выполненный на DTAи DTG-кривых при 200°C обусловлен развитием интенсивного выброса в атмосферу атомов водорода, азота и их оксидов. При этой реакции масса образца в промежутке 105-260°C снижается на величину $m_2 = 65,25\%$. На отрезке DTA-кривой в диапазоне 260-490°C происходит выброс продуктов обжига и при этом потеря массы составляет $m_3 = 27.0 \%$. С повышением температуры в интервале 490–1000 °C происходит окисление хлорида гольмия и его термодеструкция. Термическая диссоциация его вызывает слабый эндотермический эффект при 500°C и некоторый провал DTG-линии в промежутке $490-600\,^{\circ}$ С. ТG-кривая указанного процесса определила потерю веса, соответствующей значению $m4=2,0\,\%$. Общая потеря массы при $1000\,^{\circ}$ С по TG составляет $97,0\,\%$.

На основе полученных экспериментальных данных можно предположить следующее строение комплекса (рис. 3).

Таким образом, координация глицина к центральному иону осуществляется через атомы кислорода ионизированной карбоксильной группы за счет вытеснения трех молекул воды из внутренней сферы аквакомплекса хлорида гольмия.

Рентгенодифрактометрический анализ соединения (рис. 4, табл. 4) проведен на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3 (Cu_{K_a} излучение, β фильтр).

Рентгенограмма данного соединения содержит новые линии, которые ни по интенсивности, ни по значениям межплоскостных расстояний не совпадают с набором линий исходных компонентов и свидетельствуют об индивидуальности установленного нами нового соединения.

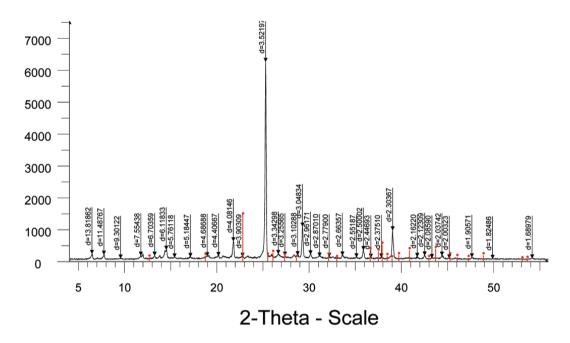
Таблица 3 Экспериментальыне данные термического анализа соединения $HoCI_3 \cdot 3C_2H_5O_2N \cdot 3H_2O$

Соединение	Температура	Убыль	Процессы, происходящие в веществе		
	термоэффекта,	массы, %	при нагревании		
	°C				
	20–105	2,75	Выход механически		
HoCl3·3C2H5O2N·3H2O			связанной воды		
	105-260	65,25	Разложение органической		
			части молекулы		
	260-490	27,00	Удаление оксидов СО2,		
			NO2		
	490–1000	2,00	Окисление и		
			термодеструкция		
			неорганической соли		

Рис. 3. Предполагаемое строение соединения $HoCl_3:3C_2H_5O_2N:3H_2O_3$

Таблица 4 Рентгенографические данные комплексного соединения HoCl3•3C2H5O2N•3H2O

№	20	I (%)	θ	D (эксп.)	Δ±	h	k	1	Сингония
1	11,71	3,0	5,855	7,5539	0,0322	1	0	0	Моноклиннаая
2	13,20	3,0	6,6	6,7015	0,0253	0	0	1	a = 7,9836 Å
3	14,47	5,9	7,235	6,1161	0,0210	-1	0	1	b = 8,1832 Å
4	17,09	2,3	8,545	5,1839	0,0151	0	1	1	c = 7,0920 Å
5	19,09	2,9	9,545	4,6451	0,0121	0	0	0	$\beta = 109,574^{\circ}$
6	20,13	2,8	10,065	4,4074	0,0108	0	0	0	
7	21,76	10,02	10,88	4,0808	0,0093	0	2	0	
8	25,27	100,0	12,635	3,5213	0,0069	-1	0	2	
9	25,92	3,6	12,96	3,4345	0,0065	2	1	0	
10	28,75	3,2	14,375	3,1025	0,0053	0	1	2	
11	29,27	17,5	14,635	3,0486	0,0051	-2	0	2	
12	30,15	3,6	15,075	2,9616	0,0048	1	2	1	
13	35,89	5,7	17,945	2,5000	0,0034	-1	3	1	
14	39,07	15,7	19,535	2,3035	0,0028	1	3	1	
15	42,55	21,275	23,40	2,1230	0,0024	3	0	1	



Puc.~4.~Pентгенограмма соединения $HoCl_3$: $3C_2H_5O_2N$: $3H_2O$

Выводы

- 1. Изотерическим методом при $25\,^{\circ}$ С изучено взаимодействие хлорида гольмия с глицином и установлено образование одного комплексного соединения $HoCl_3\cdot 3C_2H5O_2N\cdot 3H_2O$.
- 2. Индивидуальность полученного соединения доказана методом ИК-спектроскопии и дифференциально-термическим, рентгенографическим анализами.
- 3. На основании анализа колебательных спектров глицина и исследуемого соедине-

ния показано, что глицин координирован к иону гольмия через атомы кислорода ионизированной карбоксильной группы.

Список литературы

- 1. Стеблевская Н.И., Медков М.А., Белобелецкая М.В. Экстракция разнолигандных координационных соединений РЗЭ и ее использование для синтеза наноразмерных оксидных композитов // Вестник ДВО РАН. 2010. № 5. С. 67.
- 2. Стеблевская Н.И., Медков М.А., Белобелецкая М.В. Координационные соединения редкоземельных элементов –
- молекулярные предшественники оксидных наноразмерных композитов // Вестник ДВО РАН. 2011. № 5. С. 52.
- 3. Иванов В.М., Рудометкина Т.Ф. Применение этилендиаминтетраацетата натрия в химическом анализе. М.: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, 2019. С. 19–21.
- 4. Величко Н.А., Шанина Е.В. Пищевая химия: учебное пособие. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2010. С. 16–17.
- 5. Орозбаева Н.О., Осмонова С.С., Дубанаева К.Дж. Исследование системы хлорид самария глицин вода при 25 °С методом растворимости // Известия НАН КР. 2018. № 5. С. 100-105.

СТАТЬИ

УДК 338

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА УСЛУГ ПО СБОРУ И ОБРАБОТКЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Бухарицин А.П.

Главный Вычислительный Центр «Росгидромета», Москва, e-mail: bukharitsin@mail.ru

Статья посвящена анализу особенностей развития мирового и российского рынка услуг по сбору, обработке и распространению данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, а также рынка соответствующих информационных продуктов. Рассматриваются факторы, определяющие спрос на продукты и услуги ДЗЗ; преимущества и выгоды, которые дает пользователям спутниковое ДЗЗ; приводятся статистические данные, характеризующие структуру и динамику развития индустрии ДЗЗ, рассматриваются основные тенденции и драйверы рынка, анализируется ситуация с производством и запуском спутников дистанционного зондирования, приводятся прогнозы развития рынка. Основное внимание в статье уделяется роли и месту Российской Федерации в глобальной индустрии продуктов и услуг ДЗЗ, а также состоянию внутреннего рынка нашей страны. Рассмотрена деятельность наиболее значимых игроков рынка, проанализированы основные проблемы индустрии ДЗЗ, сделаны прогнозы относительно дальнейших перспектив российского рынка. Обоснована необходимость внедрения и развития полноценных рыночных механизмов производства и реализации цифровых продуктов и сервисов с учетом специфических потребностей заказчиков из различных отраслей народного хозяйства. Особое внимание уделено изучению формирования независимой научно-технической базы и поддержки инновационной деятельности предприятий отрасли. Для реализации предложенных мер изучена потребность инвестирования значительных средств в развитие рыночной инфраструктуры, совершенствование механизмов банковского и лизингового финансирования в сфере дистанционного зондирования Земли из космоса. Реализация же предложенных мер, рассмотренных в ходе анализа ситуации, будет способствовать снижению зависимости России от иностранных агрегаторов и поставщиков данных технологий, аппаратного и программного обеспечения, что в свою очередь позволит повысить уровень национальной безопасности страны в целом.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, мировой рынок ДЗЗ, российский рынок ДЗЗ, спутники ДЗЗ, спутниковые снимки, обработка данных ДЗЗ

STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE MARKET OF SERVICES FOR COLLECTING AND PROCESSING SATELLITE DATA OF REMOTE SENSING OF THE EARTH

Bukharitsin A.P.

Main Computer Center of «Roshydromet», Moscow, e-mail: bukharitsin@mail.ru

The article is devoted to the analysis of the world and Russian market of satellite-based Earth observation (EO), as well as the market of relevant information products. The factors that determine the demand for EO products and services are considered, as well as the benefits that satellite Earth observation provides to users; statistical data describing the structure and dynamics of the Earth observation industry are presented, the main trends and drivers of the market are considered, the situation with the production and launch of EO satellites is analyzed, and market development forecasts are given. The article focuses on the role and place of the Russian Federation in the global industry of EO products and services, as well as the state of the domestic market of the country. The need for the introduction and development of full-fledged market mechanisms for the production and sale of digital products and services, taking into account the specific needs of customers from various sectors of the national economy, is justified. Special attention is paid to the study of the formation of an independent scientific and technical base and support for innovative activities of enterprises in the industry. For the implementation of the proposed measures, the need to invest significant funds in the development of market infrastructure, improving the mechanisms of banking and leasing financing in the field of remote sensing of the Earth from space was studied. The implementation of the proposed measures, considered during the analysis of the situation, will help to reduce Russia's dependence on foreign aggregators and suppliers of these technologies, hardware and software, which in turn will increase the level of national security of the country as a whole.

Keywords: Earth observation, world EO market, Russian EO market, Earth observation satellites, satellite images, Earth observation data processing

В современных условиях информационные ресурсы являются одним из ключевых факторов эффективности социально-экономических систем на макро- и микроуровне. Хозяйствующие субъекты и структуры государственного управления нуждаются в актуальной, достоверной и полной информации

для того, чтобы адаптироваться к быстро меняющимся условиям внешней среды. Информация рассматривается как важный производственный ресурс и имеет рыночную стоимость. К числу наиболее востребованных в экономике информационных ресурсов относятся данные о земной по-

верхности и водоемах, полученные посредством съемки с летательных аппаратов (дистанционное зондирование Земли, ДЗЗ). Эти данные позволяют контролировать состояние различных природных систем и инфраструктурных объектов, благодаря чему повышается эффективность управления многими хозяйственными процессами.

В последнее время наиболее востребованными стали данные космической съемки, что связано со следующими причинами. Получение необходимых данных о состоянии земной поверхности и поверхности водоемов посредством съемки из космоса позволяет значительно сократить материальные затраты, повысить оперативность получения и обработки информации, значительно увеличить достоверность и точность данных. Информация, полученная путем зондирования с космических аппаратов, может быть относительно легко задокументирована и защищена от подделки [1]. В связи с этим именно данные космического ДЗЗ имеют особую ценность и востребованность во многих отраслях экономики и сферах государственного регулирования, таких как: лесоводство, метеорология, экологический надзор и т.д. В частности, зондирование Земли из космоса позволило ощутимо повысить эффективность контроля над лесными ресурсами во многих регионах нашей планеты. Ранее, когда не существовало развитых технологий космической съемки, было затруднено решение таких проблем, как обнаружение незаконной вырубки лесов, мониторинг лесных пожаров, контроль состояния реликтовых лесов. Необходимые топографические данные были недоступны специалистам в полном объеме.

Кроме того, важной характеристикой дистанционного зондирования Земли из космоса является его масштабность. Оборудование, размещаемое на спутниках, позволяет получать космические снимки с широким территориальным охватом и высоким разрешением. Значимым фактором, стимулирующим спрос на информацию космического мониторинга, является относительная дешевизна такой информации. Космическое наблюдение за земной и водной поверхностью дает возможность получать данные о химических, физических и биологических свойствах объектов мониторинга. Эти данные широко применяются для анализа текущего состояния и прогнозирования изменений природно-климатических условий, прогнозирования стихийных бедствий и катастроф, анализа условий для ведения сельского хозяйства, поиска месторождений полезных ископаемых, а также для анализа состояния водоемов (доступность водных ресурсов, загрязнение поверхности водоемов, ледовая обстановка и т.д.). Получаемая информация позволяет эффективно управлять процессом взаимодействия человека и окружающей среды, снижать ущерб, наносимый экосистеме.

Цель настоящей статьи – провести обзор рынка услуг по сбору и обработке спутниковых данных дистанционного зондирования Земли и оценить перспективы развития этого рынка.

Материалы и методы исследования

Настоящее исследование ориентировано на то, чтобы сформировать общее представление о текущем состоянии и тенденциях развития рынка услуг по сбору и обработке данных ДЗЗ. Стратегия исследования состоит в том, чтобы собрать, проанализировать и интерпретировать информацию из различных источников, обращая внимание в первую очередь на проблемы российского рынка.

Методологическую основу исследования составляет системный подход. В работе применялись общенаучные методы: анализ и синтез, индукция и дедукция, восхождение от абстрактного к конкретному.

В процессе подготовки работы использовались методы кабинетного исследования – методы сбора и оценки информации, содержащейся в источниках (статистических данных и отчетах), подготовленных для каких-либо иных целей. В качестве источников использовались отчеты консалтинговых компаний, статьи, опубликованные в отраслевых изданиях, интернетпубликации по вопросам дистанционного зондирования Земли и др.

Применялся неформализованный метод анализа документов. Не использовались стандартизированные приемы выделения единиц информации из содержания документа. Проводился кропотливый анализ каждого источника. Неформализованный метод подразумевает обычное «понимающее» восприятие текста, выделение смысловых блоков идей, утверждений в соответствии с целями анализа. Исследование опиралось на общие логические законы и правила анализа, сравнения, определения, оценивания.

Результаты исследования и их обсуждение

Наличие высокого спроса на информационные ресурсы, полученные с использованием технологий дистанционного зондирования Земли, обусловливает динамичное развитие рынка данных ДЗЗ. Прогнозируется дальнейшее увеличение темпов роста этого рынка в ближайшие годы.

Компания «Евроконсалт» опубликовала результаты исследования «Спутниковое наблюдение Земли. Перспективы рынка до 2024 года» [2], согласно которым емкость мирового рынка ДЗЗ в 2019 г. составила 2,59 млрд долл. Эксперты прогнозируют рост этого показателя до 4,6 млрд долл. к 2024 г. Базовыми факторами, определяющими рост, являются: повышение качества и разрешения снимков, а также развитие технологий, позволяющих комплексно обрабатывать космические данные с возможностью их последующей интерпретации, как в интересах частных заказчиков, так и в интересах государственных структур. При этом необходимо учитывать, что важную роль в развитии рынка ДЗЗ играет спрос на данные космической съемки именно со стороны государственных структур различных стран. В течение последних двух десятилетий государственные инвестиции в развитие этого сектора существенно выросли.

Исследовательская компания NSR в отчете «Спутниковое дистанционное зондирование Земли» приводит следующую структуру рынка информационных продуктов и услуг, полученных с помощью технологий ДЗЗ [3]:

- снимки (данные и телеметрия, 36%);
- обработанные продукты (цифровые модели рельефа и мозаика, 19%);
- информационные услуги (услуги на основе информации Д33, в том числе услуги по управлению данными, 45%).

Основными драйверами развития рынка ДЗЗ являются:

- рост населения Земли (рост потребности в ресурсах и необходимость развития инфраструктуры);
- необходимость обеспечения безопасности людей и имущества;
 - экологические проблемы;
 - стихийные бедствия.

Структура рынка по секторам выглядит следующим образом:

- оборонный сектор (38%);
- институциональный сектор (35%);
- коммерческий сектор (27%).

Европейская ассоциация дистанционного зондирования Земли (EARSC) приводит данные, согласно которым наиболее востребованными являются данные ДЗЗ, полученные с помощью оптических сенсорных систем, среди которых примерно 60% составляют космические данные высокого пространственного разрешения (лучше 2,5 м).

Отчет компании «Евроконсалт» «Планы по строительству и запуску спутников» [4] содержит следующие прогнозные данные по запуску космических аппара-

тов: в среднем 17 спутников в год в период с 2021 по 2031 гг. Колебания численности ежегодно запускаемых аппаратов являются незначительными. «Евроконсалт» прогнозирует рост емкости рынка, что связывается с повышением роли сектора ДЗЗ в мировой экономике и ростом спроса со стороны государственных и коммерческих структур.

Прогнозируется, что в 2025 г. доля государственных структур в общем объеме заказов превысит 75 % (около 250 млрд долл.) [4]. Государство продолжит быть основным игроком отрасли, практически все страны – лидеры рынка продолжат увеличивать группировки своих спутников. Тем не менее на рынок космических продуктов и услуг выйдут новые страны, которые будут развертывать оперативные спутниковые системы, предназначенные преимущественно для предоставления телекоммуникационных услуг, видовой разведки и ДЗЗ. Более 80% заказов от государственных структур на рынке дистанционного зондирования Земли будут принадлежать 10 странам, лидирующим в космической отрасли. Однако рост рынка в государственном секторе будут обеспечивать спутниковые системы 30 стран, недавно вышедших на этот рынок или планирующих выйти на него. Ежегодные затраты этих стран составят примерно 2 млрд долл., значительная часть из которых будет приходиться на заказы зарубежным поставщикам, однако будут развиваться и национальные космические системы.

«Евроконсалт» прогнозирует, что в ближайшее десятилетие негосударственные компании запустят более 300 спутников, большинство из них придет на смену уже эксплуатируемым космическим аппаратам. Более 80% в стоимостном выражении будет приходиться на спутники на геостационарной орбите, на которую планируется вывести более 200 аппаратов для нужд телекоммуникаций (у спутников будет примерно 30 компаний-эксплуатантов). Емкость рынка данных ДЗЗ, получаемых со спутников, запускаемых на негеостационарные орбиты, превысит 1 млрд долл. в год [4].

На текущий момент в число стран, разрабатывающих спутники, с помощью которых можно получать снимки сверхвысокого пространственного разрешения (лучше 1 м), входят: США, Индия, Китай Франция. В России также ведется работа в этом направлении, однако наша страна отстает от лидеров рынка. Существует множество стран, которые заказывают изготовление и запуск спутников с оборудованием для получения снимков сверхвысокого разрешения в целях решения своих внутренних задач.

Данные сверхвысокого разрешения особенно востребованы у оборонных структур. В частности, широкую известность получил проект партнерства между компанией – производителем спутников GigitalGlobe (США) и военными ведомствами ряда стран - союзников Соединенных Штатов. Оборонные структуры заключили с компанией договоры на поставку данных ДЗЗ высокого пространственного разрешения с уже эксплуатируемого спутника WorldView-3, а также со спутника WorldView-4, запуск которого планируется в ближайшее время. Общая сумма контрактов превышает 300 млн долл. (более 40 млн долл. ежегодно). Наличие значительного спроса на данные высокого разрешения со стороны военных ведомств является одним из следствий повышения уровня международной политической напряженности в последние годы.

Многие компании, специализирующиеся на производстве космических аппаратов, проводят регулярный мониторинг рынков и ищут специальные возможности для взаимовыгодного партнерства. Например, компания DigitalGlobe заключила соглашение с высокотехнологичной компанией TAQNIA (Саудовская Аравия) и организацией KACST (King Abdulaziz City for Science and Technology), занимающейся научными исследованиями и деятельностью по стимулированию научно-технического развития в Саудовской Аравии. Соглашение предусматривает производство и запуск нескольких высокопроизводительных малых спутников дистанционного зондирования Земли, задачей которых будет снабжение космической информацией заказчиков в десятках стран мира.

- В настоящее время мировой рынок ДЗЗ характеризуется следующими особенностями: [5]
- доля государственных заказчиков на рынке дистанционного зондирования из космоса превышает 70%;
- потенциальный спрос на спутниковые снимки высокого и сверхвысокого разрешения оценивается в 1,5–3 млрд долл.; неудовлетворенный спрос на детальные снимки является основным фактором, формирующим рынок спутников и услуг космического ДЗЗ;
- 95% общей емкости рынка услуг дистанционного зондирования Земли приходится на США и Западную Европу;
- рынок ДЗЗ является олигополистическим, на нем доминируют несколько крупных операторов: MDA, Skybox, Airbus D&S, Digital Globe, Black Bridge, DMCii, Image Sat;
- в эксплуатации находятся в основном большие и средние космические аппараты,

имеющие на борту специально разработанное оптоэлектронное оборудование;

- оборудование на борту большинства спутников характеризуется высокой энергозатратностью;
- основным фактором, определяющим потребительский выбор, является пространственное разрешение снимков.

На ближайшие годы можно прогнозировать следующие тенденции развития мирового рынка:

- рост в сегменте радиолокационных данных;
- рост количества радиолокационных и оптоэлектронных спутников высокого и сверхвысокого разрешения;
- отказ от многофункциональных космических аппаратов в связи с их дороговизной;
- увеличение количества группировок малых спутников;
- вывод из эксплуатации спутников, позволяющих получать фотографические снимки;
- формирование орбитальных группировок спутников ДЗЗ.

В последнее время наблюдается динамичный рост российского рынка информационных продуктов и услуг дистанционного зондирования Земли. При этом для рынка характерен высокий уровень концентрации. По данным GIS MARKET SUPPORT ASSOCIATION, крупнейшие операторы – ИТЦ «Сканэкс», НЦ ОМЗ, ЗАО «Совзонд», ООО «ГИА «Иннотер»» – имеют совокупную рыночную долю 87%. Рост рынка является стабильным, что объясняется увеличением спроса в различных секторах народного хозяйства на широкий диапазон информации о земной и водной поверхности. В нашей стране пока не получил широкого распространения сервис непосредственного подвижного вещания с космических аппаратов. Россия в настоящее время не обладает спутниковой группировкой для решения задач такого рода. Кроме того, рынок терминального оборудования находится на начальной стадии своего развития. Единственной компанией, предоставляющей сервисы в данном сегменте, является ЗАО «ГлобалТел» (работает с кластером спутников американской компании Globalstar).

Доля Российской Федерации на мировом рынке дистанционного зондирования Земли составляет всего 0,2%. Для сравнения: доля США – 61%, Франции – 18%, доля Канады – 6% [5]. В настоящее время основными препятствиями для увеличения доли нашей страны на глобальном рынке являются недостаток соответствующих спутников и низкий уровень развития наземной

инфраструктуры. Кроме того, существует множество проблем в сфере правового регулирования деятельности операторов отрасли. Российская группировка спутников включает восемь аппаратов: «Ресурс-ДК», «Ресурс-П», «Канопус-В», «Метеор-М1», «Метеор-М2», а также «Электро-Л1», «Электро-Л2».

В последнее время наблюдается рост активности на отечественном рынке крупнейшего разработчика бортовых систем и программного обеспечения АО «Российские космические системы» (РКС). Прежде всего, это касается разработки инновационных технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли.

РКС ведет работу над общедоступным сервисом, в котором все желающие смогут получить геоданные со спутников российской группировки. Этот сервис даст пользователю возможность получать в режиме реального времени не только обработанные снимки земной или водной поверхности, но и аналитические данные по различным объектам на поверхности [6].

Дочерняя структура АО «РКС» - Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) – является крупнейшим оператором космических систем дистанционного зондирования Земли. Эта организация осуществляет: планирование спутниковых съемок, сбор, обработку, хранение и распространение информации ДЗЗ. Планируется, что в ближайшие годы НЦ ОМЗ станет оператором ДЗЗ, обеспечивающим заказчикам доступ к широкой информационной базе. Для этой цели будут разработаны открытая геоплатформа и ряд сервисов и приложений для работы с данными дистанционного зондирования [6]. Важным событием для российского и мирового рынка стало открытие Роскосмосом в феврале 2019 г. антарктического наземного центра приема и обработки данных, передаваемых с космических аппаратов ДЗЗ.

Ввод в эксплуатацию центра в Антарктиде был осуществлен в соответствии с Федеральной космической программой РФ на 2016–2025 гг. Центр стал частью единой территориально распределенной информационной системы ДЗЗ (ЕТРИС ДЗЗ). Данная система включает множество центров, расположенных в большинстве регионов России. Объединение в единую систему позволяет эффективно взаимодействовать с российскими группировками ДЗЗ. В рамках системы налажены эффективные процессы планирования съемок, сбора и обработки данных, а также их предоставления заказчикам. Управление антарктическим центром, как и другими аналогичными центрами, может осуществляться в дистанционном режиме: из специальных зимовочных комплексов или из других специально оборудованных мест на всей территории нашей страны (по спутниковой связи) [6].

Важную роль на рынке дистанционного зондирования Земли играют сервисы и программное обеспечение для обработки космических данных, а также геоинформационные системы (ГИС). В настоящее время данная сфера характеризуется высоким уровнем специализации и низкой автоматизацией. Исключением является фотограмметрическая обработка информации дистанционного зондирования, которая фактически полностью автоматизирована. В данной сфере широко используется программное обеспечение с открытым кодом. Многие геоинформационные системы имеют пользовательские веб-интерфейсы. Наблюдается бурное развитие этих сервисов («Геоаналитика. Агро», «ГРАДИС», WorldEvolution и др.) [7].

Одним из лидеров на рынке сервисов по обработке и распространению данных дистанционного зондирования Земли является дочернее предприятие РКС — АО «Терра Тех». Эта компания уже эксплуатирует ряд популярных сервисов, среди которых [6]:

- геоинформационный веб-ресурс «Наша Россия», который дает возможность контролировать процесс строительства инфраструктурных объектов;
- сервис «Ресурсы.РФ», с помощью которого заинтересованные лица могут обнаруживать объекты недвижимости, отсутствующие в базах данных кадастрового учета;
- сервис «Территория», который позволяет с помощью нейронных сетей анализировать состояние лесов, посевных площадей, карьеров, мусорных полигонов, объектов недвижимости.

Компания разработала и ввела в тестовую эксплуатацию систему для онлайн-продаж данных ДЗЗ, работающую на основе облачных технологий.

В планах компании «Терра Тех» на ближайшее будущее — создание единой технической платформы, которая даст заказчикам возможность быстро переключаться между сервисами. Например, находясь в облачном хранилище, пользователь может заказать услугу по контролю изменений на определенной территории, выделенной им на спутниковом снимке или на карте. Также имеется возможность заказа аналитических данных и интерпретации информации в форме дополненной реальности [8].

Эксперты прогнозируют, что в течение ближайших 5 лет уровень автоматизации

в сфере обработки и распространения данных ДЗЗ в России превысит 30% [7]. Ожидается, что в области картографии будет происходить активное внедрение инновационных пространственно-временных моделей. Программное обеспечение для анализа данных ДЗЗ будет предоставляться пользователям преимущественно в виде сервисов, с использованием облачных технологий. Будут развиваться технологии анализа данных ДЗЗ с помощью нейронных сетей и методик ситуационной осведомленности. того, существуют прогнозы, что в течение 15 лет в сфере дистанционного зондирования Земли произойдут кардинальные изменения: будут разработаны новые прогрессивные технологии, позволяющие строить пространственно-временные модели территорий на качественно новом уровне. Также ожидается значительный прогресс в технологиях ввода информации: можно будет отказаться от подготовки формализованных заданий.

Благодаря использованию передовых технологий обработки геоданных на основе алгоритмов искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности, а также за счет повышения качества контента геоинформационных систем вырастет интерес к разрабатываемым геосервисам со стороны государственных заказчиков. К числу таких заказчиков относятся федеральные и региональные органы власти, государственные структуры, осуществляющие надзор и контроль в строительной отрасли, и госкорпорации. Также ожидается рост спроса со стороны крупных институциональных инвесторов и банков [6].

Тем не менее реализация благоприятных прогнозов по развитию российской отрасли ДЗЗ возможна лишь в случае решения ряда базовых проблем. В частности, в настоящее время на российском рынке доминируют информационные продукты, создаваемые на основе данных, получаемых с иностранных спутников. Продажи продуктов и сервисов полностью российского производства находятся на очень низком уровне. В связи с этим отечественные пользователи сталкиваются с такими проблемами, как:

- низкий уровень обеспеченности качественными услугами по обработке данных ДЗЗ;
- высокие расценки на обработанную и интерпретированную космическую информацию, необходимую для решения большинства типовых задач (в том числе задач государственной важности) [9].

Перечисленные проблемы сдерживают развитие массового рынка продуктов и услуг ДЗЗ, препятствуют формирова-

нию спроса со стороны хозяйствующих субъектов и государственных регулирующих органов, замедляют темпы роста многих отраслей.

Заключение

Проведенный анализ показал, что необходимо пересмотреть базовые принципы и механизмы регулирования российского рынка продуктов и сервисов дистанционного зондирования Земли таким образом, чтобы операторы рынка смогли обеспечить отечественных пользователей спутниковыми данными высокого качества по приемлемым расценкам. Для того чтобы решить эту задачу, следует инвестировать значительные средства в НИОКР с целью повышения качества и производительности бортового оборудования, увеличивать численность российских спутниковых группировок, развивать наземную инфраструктуру, проводить масштабные исследования рынка для выявления специфических потребностей российских заказчиков. Кроме того, необходимо внести изменения в законодательство, чтобы обеспечить российским производителям преимущества в ведении бизнеса (налоговые льготы, повышение импортных пошлин на определенные виды оборудования и программного обеспечения), а также создать условия для привлечения в отрасль зарубежных инвестиций. Для того чтобы мероприятия по поддержке рынка дали ожидаемый эффект, необходимо придерживаться системного подхода. Предварительно на государственном уровне следует разработать стратегию развития рынка, сформулировать долгосрочные краткосрочные цели и дать комплексное описание механизмов достижения этих целей.

Можно предложить следующую основную цель развития рынка данных ДЗЗ: повышение емкости рынка за счет увеличения предложения продуктов и услуг ДЗЗ отечественного производства. Для достижения этой цели необходимы: совершенствование технологий сбора и обработки данных, снижение цен за счет эффекта масштаба, регулярный мониторинг потребностей заказчиков, инвестиции в развитие гражданского сегмента потребительского рынка.

Развивать отечественный рынок ДЗЗ предлагается на основе следующих принципов:

- ориентация всех операторов рынка на комплексный анализ спроса и удовлетворение специфических потребностей отечественных заказчиков;
- формирование оптимального продуктового предложения с максимальным использованием отечественных технологий и оборудования;

- формирование полной цепочки создания стоимости российских информационных продуктов и услуг с учетом лучших мировых практик;
- развитие конкурентной среды, ограничение монопольной деятельности во всех звеньях цепочки создания стоимости;
- максимизация синергетического эффекта от деятельности государственных и частных операторов рынка, обеспечение баланса интересов всех участников.

Руководствуясь приведенными выше принципами, необходимо реализовать следующие меры по развитию российского рынка данных дистанционного зондирования Земли:

- разработать правовую базу и подготовить инфраструктуру для насыщения рынка конкурентоспособными продуктами и услугами дистанционного зондирования;
- оказать максимальную поддержку компаниям, производящим продукты и услуги с высокой добавленной стоимостью, предлагающим на рынок комплексные системы для анализа данных и поддержки принятия решений;
- передать полномочия по решению множества второстепенных задач, не относящихся к сфере национальной безопасности страны, от государственных структур частным коммерческим компаниям, создать российскую коммерческую спутниковую группировку;
- сместить приоритеты в сфере НИОКР в сторону создания полного цикла разработки и внедрения инноваций и повышения эффективности взаимодействия между научно-исследовательскими и производственными организациями;
- сформировать механизмы планирования потоков, данных ДЗЗ, необходимых для решения основных задач социально-экономического развития страны, на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективу;
- снизить административные барьеры для ведения бизнеса частными компаниями (в том числе с иностранным капиталом), производящими продукты и услуги ДЗЗ;
- изменить подходы к финансированию и организации работы государственных предприятий, специализирующихся на разработке и производстве продуктов и услуг ДЗЗ, переориентировать их на рыночные принципы хозяйствования.

Автор полагает, что сформулированные принципы и предложенные меры по развитию российского рынка данных дистанционного зондирования Земли и соответствующих продуктов и услуг помогут

сформировать полную цепочку создания стоимости на основе отечественных технологических решений. Необходимо внедрять и развивать полноценные рыночные механизмы производства и реализации продуктов и сервисов с учетом специфических потребностей заказчиков из различных отраслей народного хозяйства. Особое внимание следует уделить формированию независимой научно-технической базы и поддержке инновационной деятельности предприятий отрасли. Для реализации предложенных мер требуется инвестировать значительные средства в развитие рыночной инфраструктуры, совершенствовать механизмы банковского и лизингового финансирования в сфере ДЗЗ. Реализация предложенных мер будет способствовать снижению зависимости России от иностранных поставщиков технологий, аппаратного и программного обеспечения, что в свою очередь позволит повысить уровень национальной безопасности страны.

Список литературы

- 1. Рябов И.В. Анализ текущей и перспективной структуры мирового рынка информационных ресурсов ДЗЗ // Актуальные проблемы экономики, управления и права: материалы межвузовской конференции. М.: ИНЭП, 2010. С. 91–96.
- 2. Satellite-Based Earth Observation. Market Prospects to 2024. Euroconsult Research Report. Euroconsult. 2018. P. 41–47.
- 3. Global satellite-based Earth observation 8th ed. [Electronic resource]. URL: http://starhub.sa-catapult.co.uk/word-press/wp-content/uploads/2018/09/NSR_EO8_Brief.pdf (date of access: 28.03.2021).
- 4. Satellites to be Built & Launched [Электронный ресурс]. URL: http://www.euroconsult-ec.com/research/satellites-built-launched-by-2025-brochure.pdf (дата обращения: 28.03.2021).
- 5. Тюлин А.Е. Повышение конкурентоспособности услуг дистанционного зондирования Земли на основе комплексного подхода к развитию компетенций АО «Российские космические системы» // Бизнес в законе. 2016. № 6. С. 28–30
- 6. Данные со спутников дистанционного зондирования Земли сделают общедоступными для всех потребителей [Электронный ресурс]. URL: https://cgkipd.ru/press-office/smi/dannye-so-sputnikov-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli-sdelayut-obshchedostupnymi-dlya-vsekh-potreb/ (дата обращения: 28.03.2021).
- 7. Болсуновский М.А. Геоиндустрия 3.0/4.0: что ждет рынок через 15 лет? [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.geoinfo.ru/product/bolsunovskij-mihailaleksandrovich/geoindustriya-3-0-4-0-chto-zhdet-rynok-cherez-15-let-37742.shtml (дата обращения: 28.03.2021).
- 8. Коммерциализация российских данных дистанционного зондирования Земли ускорит национальный рынок геоинформационных услуг // Российские космические системы [Электронный ресурс]. URL: http://russianspacesystems. ru/2018/10/30/kommercializaciya-rossiyskikh-dannykh/ (дата обращения: 28.03.2021).
- 9. Райкунов Г.Г. Проблемные вопросы дистанционного зондирования Земли в России // Космонавтика и ракетостроение. 2018. № 2 (59). С. 3–11.