

**АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
«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

№ 9 2020

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

к.м.н. Н.Ю. Стукова

Ответственный секретарь

к.м.н. М.Н. Бизенкова

EDITOR

Natalia Stukova

Senior Director and Publisher

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. Алов 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. (Ростов-на-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 ВИНТИ.

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: 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 28.09.2020

Дата выхода номера 29.10.2020

Формат 60x90 1/8

Типография

ООО НИЦ «Академия Естествознания»

410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 10

Тираж 500 экз.

Заказ МЖПиФИ 2020/9

© ООО НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**СТАТЬИ**

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ
У ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ЗАСУХЕ

Ибрагимова З.Ш., Меджидова Г.С., Гасанова Г.И., Абдуллаева Л.С., Алиев Р.Т. 7

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ**СТАТЬИ**

ОЦЕНКА ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ РОССИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ
МЕТОДИКИ «ПЕРСЕНТИЛЬ-ПРОФИЛЬ»

Гудинова Ж.В., Жернакова Г.Н., Гегечкори И.В., Толькова Е.И., Васьяковская Ю.С. 12

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
НА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

*Карабалин С.К., Ниязбекова Л.С., Терликбаева Г.А.,
Мырзагулова С.Е., Сейдуанова Л.Б., Сайлыбекова А.К.* 18

ПАТОГЕНЕЗ КОРОНАВИРУСНОЙ БОЛЕЗНИ 2019 (COVID-19),
ВЫЗВАННОЙ *SEVERE ACUTE RESPIRATORY SYNDROME CORONAVIRUS* (SARS COV-2)

*Рева И.В., Ямамото Т., Гордзиевская К.В., Рассказова М.Е., Вершинина С.С.,
Фисенко А.Ю., Коцюрбий Е.А., Тудаков В.С., Цегольник Е.С., Усов В.В.,
Олексенко О.М., Коробкин А.И., Слабенко Э.В., Шиндина А.Д., Рева Г.В.* 23

МИОМА МАТКИ: ЧАСТОТА И ПРОГНОЗ ОПЕРАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ НЦОМИД)

Самигуллина А.Э., Агайдаров Р.Д. 30

ОБЗОРЫ

О ДЕМОГРАФИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЯХ
ШИРОКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АКУШЕРСКОЙ ПРАКТИКЕ
ЯТРОГЕННО ЗАВИСИМЫХ СПОСОБОВ РОДОРАЗРЕШЕНИЯ

Савицкий А.Г., Савицкий Г.А. 39

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМБИНИРОВАННОЙ
ГЕПАТОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ ХОЛАНГИОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ КАРЦИНОМЫ

Туманова У.Н., Щеголев А.И. 48

РОЛЬ ТОЛЛ-ПОДОБНЫХ РЕЦЕПТОРОВ (TLR) В ПАТОГЕНЕЗЕ АТЕРОСКЛЕРОЗА

Чаулин А.М., Григорьева Ю.В., Дупляков Д.В. 54

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ**СТАТЬИ**

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ
НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ АГРОТЕМНОГУМУСОВОЙ
ГЛЕБОВОЙ ПОЧВЫ С ПОСЕВОМ *CALEGA ORIENTALIS*

Пуртова Л.Н., Киселева И.В. 59

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**ОБЗОРЫ**

СОВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
НА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

Колосова А.С., Пикалов Е.С. 64

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**СТАТЬИ**

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ
И РАЗВИТИЯ АУТСОРСИНГА

Балдин О.В. 76

CONTENTS
BIOLOGICAL SCIENCES
ARTICLES

 INTERACTION OF COMPONENTS OF THE ANTIOXIDANT
 SYSTEM IN CEREALS DURING DROUGHT

Ibragimova Z.Sh., Medzhidova G.S., Gasanova G.I., Abdullaeva L.S., Aliev R.T. 7

MEDICAL SCIENCES
ARTICLES

 ASSESSMENT OF NUTRITION OF THE POPULATION IN THE REGIONS
 OF RUSSIA USING THE PERSENTIL PROFILE METHOD

Gudinova Zh.V., Zhernakova G.N., Gegechkori I.V., Tolkova E.I., Vaskovskaya Yu.S. 12

 HYGIENIC EVALUATION OF MICROCLIMATIC PARAMETERS
 IN THE MINING AND PROCESSING INDUSTRIES

*Karabalin S.K., Niyazbekova L.S., Saylybekova A.K.,
 Terlikbaeva G.A., Seyduanova L.B., Myrzagulova S.E.* 18

 COVID-19 PATHOGENESIS CAUSED BY SEVERE ACUTE RESPIRATORY
 SYNDROME CORONAVIRUS (SARS COV-2)

*Reva I.V., Yamamoto T., Gordzievskaya K.V., Rasskazova M.E., Vershinina S.S.,
 Fisenko A.Yu., Kotsyurbiy E.A., Tudakov V.S., Tsegolnik E.S., Usov V.V.,
 Oleksenko O.M., Korobkin A.I., Slabenko E.V., Shindina A.D., Reva G.V.* 23

 UTERINE FIBROUS: FREQUENCY AND FORECAST OF OPERATIONAL ACTIVITY
 (FOR EXAMPLE NCMCW)

Samigullina A.E., Agaydarov R.D. 30

REVIEWS

 ON DEMOGRAPHICALLY SIGNIFICANT NEGATIVE CONSEQUENCES
 OF WIDESPREAD USE OF IATROGENICALLY DEPENDENT
 METHODS OF DELIVERY IN OBSTETRIC PRACTICE

Savitskiy A.G., Savitskiy G.A. 39

 MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS COMBINED
 HEPATOCELLULAR-CHOLANGIOCARCINOMA

Tumanova U.N., Schegolev A.I. 48

 THE ROLE OF TOLL-LIKE RECEPTORS (TLR) IN THE PATHOGENESIS
 OF ATHEROSCLEROSIS

Chaulin A.M., Grigoreva Yu.V., Duplyakov D.V. 54

AGRICULTURAL SCIENCES
ARTICLES

 INFLUENCE OF AGROTECHNICAL TREATMENT METHODS ON BIOLOGICAL
 ACTIVITY OF AGROTHERMNOHUMUS GLEY SOIL WITH *CALEGA ORIENTALIS*
Purtova L.N., Kiseleva I.V. 59

TECHNICAL SCIENCES

REVIEWS

MODERN EFFECTIVE THERMAL INSULATION MATERIALS ON INORGANIC BASE

Kolosova A.S., Pikalov E.S. 64

ECONOMICAL SCIENCES

ARTICLESFEATURES OF MUTUAL INFLUENCE OF PROCESSES OF DIGITALISING ECONOMY
AND DEVELOP OF OUTSOURCING*Baldin O.V.* 76

СТАТЬИ

УДК 57.045

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ЗАСУХЕ

Ибрагимова З.Ш., Меджидова Г.С., Гасанова Г.И., Абдуллаева Л.С., Алиев Р.Т.

Институт генетических ресурсов, НАНА, Баку, e-mail: ziyade.ibrahimova@gmail.com

В работе использованы образцы пяти разновидностей мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.): var. *delphi* k-79, var. *erythrosperrum* k-10, var. *hostianum* k-50, var. *albidum* k-25, var. *velutinum* k-30 и 3 сорта ячменя: Pallidum 596, Polongi и Flor. Выращенные в условиях фитотрона при температуре 20–21 °С, влажности 60–70%, 16-часовом фотопериоде, освещенности 10000 люкс, пятидневные проростки в течение 24 ч подвергались воздействию умеренной и сильной засухи (14 атм и 20 атм). В проростках определяли активность гваякол-пероксидазы и содержание пролина в листьях. Значительное повышение активности пероксидазы под влиянием стресса умеренной интенсивности (14 атм) в проростках исследуемых образцов пшеницы и ячменя сопровождалось небольшим увеличением содержания аминокислоты пролина. При высоких дозах стресса активность ферментативной защитной системы значительно снижалась, а низкомолекулярная антиоксидантная система активировалась, увеличиваясь в разы. На основании этих данных можно утверждать, что во время засухи происходит взаимодействие ферментативных и низкомолекулярных компонентов антиоксидантной системы защиты в тканях растительного организма, т.е. можно говорить о наличии реципрокных отношений.

Ключевые слова: мягкая пшеница, ячмень, стресс, засуха, пролин, пероксидаза

INTERACTION OF COMPONENTS OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM IN CEREALS DURING DROUGHT

Ibragimova Z.Sh., Medzhidova G.S., Gasanova G.I., Abdullaeva L.S., Aliev R.T.

Institute of Genetic Resources, ANAS, Baku, e-mail: ziyade.ibrahimova@gmail.com

The paper uses samples of 5 varieties of soft wheat (*T. aestivum* L.): var. *delphi* k-79, var. *erythrosperrum* k-10, var. *hostianum* k-50, var. *albidum* k-25, var. *velutinum* k-30 and 3 varieties of barley: Pallidum 596, Polongi, Flor. Grown under phytotron conditions (20–21 °C, 60% humidity, 16/8-hour photoperiod, 10000 Lux of light). 5-day seedlings were exposed to moderate and high doses of drought for 24 hours (sucrose solution of 14 and 20 atm). The activity of guaiacol peroxidase and the content of proline were determined in the seedlings. A significant increase in the activity of the peroxidase enzyme under the influence of stress on the average intensity (14atm) in the seedlings of the studied samples of wheat and barley was accompanied by a small increase in the number of Proline amino acids. While, at high doses of stress, the activity of the enzymatic protective system was significantly reduced, and the low-molecular antioxidant system was activated, increasing at times. It is considered, that the interaction of enzymatic and low-molecular components of the antioxidant protection system of plant tissue has a reciprocal character.

Keywords: bread wheat, barley, stress, drought, proline, peroxidase

Абиотические факторы и неблагоприятные климатические условия приводят к стрессу, сопровождающемуся рядом метаболических изменений у растений. Одним из главных факторов стресса является засуха. Проблема глобального потепления может привести к тому, что климат станет еще более засушливым. Поэтому изучение механизмов адаптации растений к засухе и на сегодняшний день остается актуальным.

Цель наших исследований заключалась в изучении активности компонентов антиоксидантной защитной системы у образцов различных разновидностей и сортов злаковых культур при воздействии засухи.

Материалы и методы исследования

В качестве материала исследования использовались образцы пяти разновидностей мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.):

var. *delfi* k-79, var. *erythrosperrum* k-10, var. *hostianum* k-50, var. *albidum* k-25, var. *velutinum* k-30 и трех сортов ячменя: Pallidum 596, Polongi, Flor. Растения выращивались в условиях фитотрона при температуре 20–21 °С, влажности 60–70%, 16-часовом фотопериоде, освещенности 10000 люкс. Пятидневные проростки в течение 24 ч подвергались воздействию умеренной и сильной засухи, моделированной с помощью осмотических растворов сахарозы в 14 и 20 атм. Определялись активность гваякол-пероксидазы и содержание пролина в листьях [1, 2].

Определение активности пероксидазы спектрофотометрическим путем основано на измерении оптической плотности продуктов, образующихся в ходе реакции окисления гваякола. После измельчения листьев (200 мг) в фарфоровой чашке с небольшим

количеством (5-10 мл) фосфатного буфера (рН 5,4) смесь центрифугировали в течение 10 минут со скоростью 4000-5000 об/мин. Оптическая плотность реакционной смеси, состоящей из 0,5 мл H_2O_2 , 0,5 мл субстрата (гваякола), 1,5 мл фосфатного буфера, 0,5 мл супернатанта (ферментативного растительного материала), измеряли на спектрофотометре (УФ-3100 ПК) в течение 1 мин, при длине волны 470 нм. Оптическую плотность пролина определяли при длине волны 520 нм.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование образцов мягкой пшеницы и ячменя показало, что во время засухи активность гваякол-пероксидазы и содержание пролина в листьях всех образцов значительно менялись относительно контроля.

Мягкая пшеница. В контрольных вариантах активность фермента менялась в диапазоне 0,111–0,243, имея максимальный показатель у проростков *var. delfi k-79*, а минимум у *var. erythrospERMum k-10* (рис. 1).

Во время умеренной засухи (14 атм) активность фермента варьировала в диапазоне 0,232–0,367, а при воздействии сильной засухи (20 атм) – между 0,087 и 0,234. Минимум активности фермента был отмечен у образцов *var. albidum k-25* как при среднем стрессе, так и при высокой концентрации сахарозы (соответственно, 0,232 и 0,087), а максимум – у проростков *var. hostianum k-50* (0,367) при умеренной, и у растений *var. erythrospERMum k-10* (0,234) при сильной засухе.

Образцы, участвующие в эксперименте, продемонстрировали различные изменения в процентном отношении к контролю. Так, во время средней засухи в 14 атм наблюдалось увеличение активности гваякол-пероксидазы во всех вариантах опыта. Наибольшее увеличение было отмечено у проростков *var. erythrospERMum k-10* (223,0%) и *var. hostianum k-50* (207,3%).

При увеличении силы воздействия стресса (20 атм) наблюдали частичное или резкое ослабление активности фермента: самый высокий показатель все еще был отмечен у растений *var. erythrospERMum k-10* (210,8%). Активность гваякол-пероксидазы у образцов *var. delfi k-79*, *var. albidum k-25*, *var. velutinum k-30* и *var. hostianum k-50* снизилась и по отношению к контролю составила 36,6; 44,6; 57,6 и 65,5% соответственно. В течение суток активность фермента в проростках *var. delfi k-79* снизилась на 0,154 единицы, что составило 36,6% от контроля, что является суммой максимального расхода конституционного пула пероксидазы в течение дня. Ослабление активности фермента, вызванное сильной засухой, можно объяснить большим количеством повреждений в растениях, расходом фермента, большим по сравнению с его синтезом, его деградацией, или увеличением активности низкомолекулярных компонентов защитной системы, выполняющих в клетке антиоксидантную функцию [3].

Содержание свободного пролина в контроле менялось в пределах 0,083–0,12 мМ/мг. Минимальный показатель наблюдался у растений *var. erythrospERMum k-10*, максимальный у *var. albidum k-25* (рис. 2).

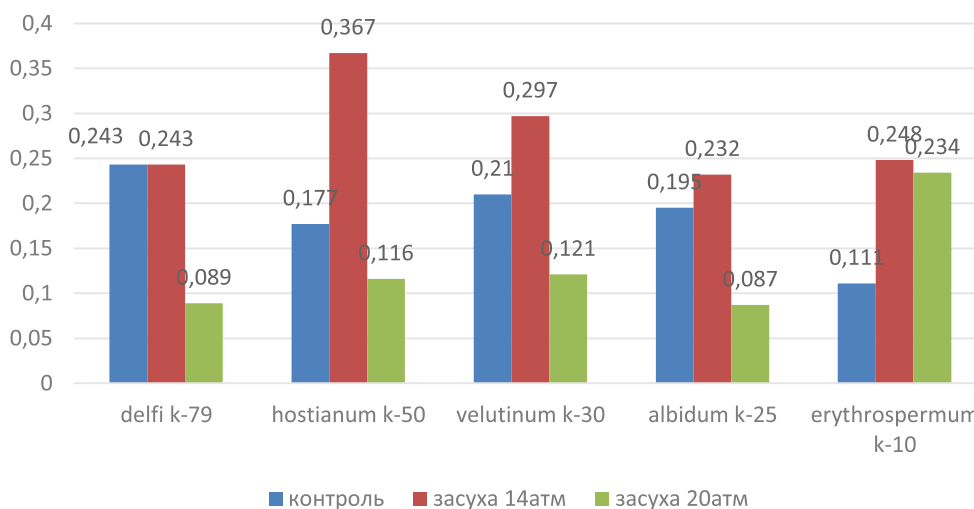


Рис. 1. Активность гваякол-пероксидазы у образцов мягкой пшеницы в условиях умеренной и сильной засухи (14 и 20 атм)

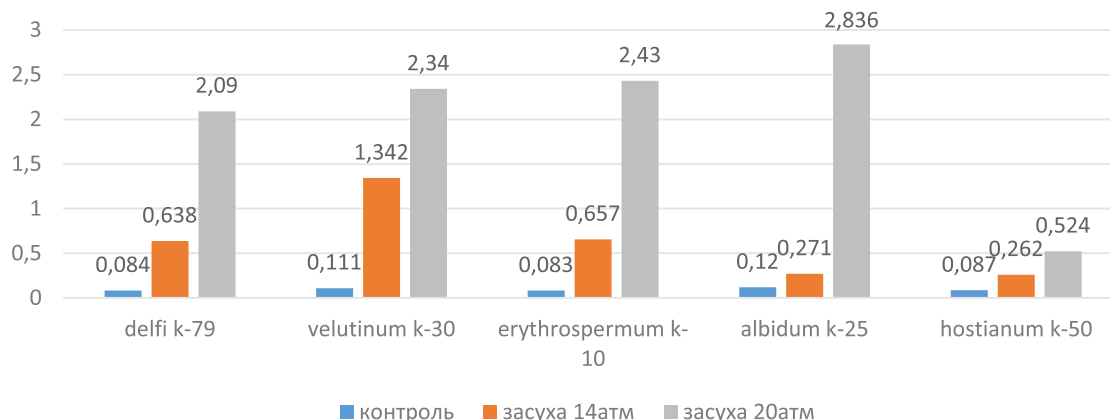


Рис. 2. Содержание пролина в образцах мягкой пшеницы ($\mu\text{M}/\text{мг}$) в условиях умеренной (14 атм) и сильной (20 атм) засухи

Во всех вариантах опыта наблюдалось увеличение содержания этой аминокислоты. При умеренном воздействии стресса (14 атм) содержание пролина менялось в интервале 0,262–1,342 $\mu\text{M}/\text{мг}$. У образцов var. *hostianum* k-50 отмечены минимальные, а у var. *velutinum* k-30 – максимальные значения содержания аминокислоты. В то время как у var. *albidum* k-25 содержание пролина увеличилось более чем в 2,25 раза, а у var. *hostianum* k-50 – в 3 раза по отношению к контролю, показатели var. *velutinum* k-30 были выше в 12,09 раза. Влияние сильной засухи (20 атм) также несколько увеличило количество аминокислоты – в 6–23,6 раза по сравнению с контролем. Самый низкий уровень наблюдался у образцов var. *hostianum* k-50, а самый высокий у экспериментального варианта var. *albidum* k-25. В целом содержание пролина изменялось в диапазоне 0,524–2,836 $\mu\text{M}/\text{мг}$. Предельные значения относились к опытным вариантам var. *hostianum* k-50 и var. *albidum* k-25 соответственно.

У образцов var. *hostianum* k-50 влияние умеренной засухи привело к увеличению содержания свободного пролина на 0,175 $\mu\text{M}/\text{мг}$ в течение суток, в то время как при воздействии сильной – прирост составлял 0,437 $\mu\text{M}/\text{мг}$ относительно контроля. В проростках var. *albidum* k-25 эти цифры составили 0,151 $\mu\text{M}/\text{мг}$ и 2,716 $\mu\text{M}/\text{мг}$ соответственно. То есть антиоксидантная система защиты усилила синтез низкомолекулярного компонента в зависимости от силы воздействия стресса. Однако резкий рост содержания пролина у растений var. *albidum* k-25 не исключает того, что, наряду с синтезом, количество пролина может увеличиваться за счет деградации белков [3].

Повышение дозы стрессового фактора, а в нашем случае засухи, приводит к большему увеличению содержания свободного пролина в растительной ткани. Поскольку пролин обладает осмопротекторной и антиоксидантной функциями, следовательно, значительное увеличение его содержания направлено на защиту растения от резкого воздействия стресса.

Ячмень. Аналогичная тенденция наблюдалась и у ячменя. У контрольных растений содержание свободного пролина менялось в диапазоне 0,096–0,16 $\mu\text{M}/\text{мг}$ (рис. 3). Образцы *Pallidum* 596 имели минимальные показатели, а опытный вариант *Polongi* – максимальные. Влияние засухи средней степени (14 атм) не вызвало большого увеличения содержания аминокислоты, оно достигало 0,127–0,170 $\mu\text{M}/\text{мг}$. Это свидетельствует о том, что ячмень устойчив к умеренной засухе. Аналогичные данные были получены и в работах других исследователей [4].

Влияние стрессора высокой интенсивности (20 атм) привело к значительному увеличению содержания свободного пролина, значения которого варьировали в диапазоне 0,227–0,310 $\mu\text{M}/\text{мг}$. Максимальное содержание аминокислоты наблюдалось у сорта *Polongi*, а минимальное – у сорта *Pallidum* 596. Однако по отношению к контролю содержание пролина у сорта *Polongi* увеличилось в 1,93 раза; у сорта *Pallidum* 596 – в 2,36 раза; у сорта *Flor* – в 2,46 раза.

Активность ферментативного компонента антиоксидантной системы защиты, т.е гваякол-пероксидазы, находилась в обратном пропорциональной зависимости с содержанием низкомолекулярного ком-

понента – пролина. Так, активность гваякол-пероксидазы при стрессе средней интенсивности (14 атм) значительно возросла и изменилась в интервале 0,571–0,675 (рис. 4). У контрольных растений этот показатель варьировал между 0,123 и 0,144. Максимальное увеличение активности фермента наблюдалось у опытного варианта сорта Flor – в 8,13 раза больше контрольного, минимальное – у растений сорта Polongi, что в 3,96 раза превосходит контрольный вариант. Активность гваякол-пероксидазы в опытном варианте Pallidum 596, повышаясь, составила 0,606, что в 4,26 раза выше, чем в контроле.

При воздействии засухи высокой интенсивности (20 атм) активность пероксидазы изменялась в диапазоне 0,138–0,338. У образцов сорта ячменя Pallidum 596 активность фермента снизилась до 0,138, что составило 97,0% от контрольного показателя. Активность фермента в вариантах опыта

Polongi и Flor увеличилась и, соответственно, составила 0,338 (в 2,35 раза больше, чем в контроле) и 0,310 (в 2,25 раза больше, чем в контроле).

Следует отметить, что независимо от вида зерновой культуры, при воздействии умеренной и сильной засухи наблюдалась обратно-пропорциональная зависимость между содержанием пролина и активностью гваякол-пероксидазы. Так, если во время сильного стресса, по сравнению с умеренным, содержание пролина у образцов var. *delfi* k-79 увеличилось в 3,2 раза, то активность фермента ослабла в 2,7 раза. Эти показатели составляют 1,7 и 3,1 у var. *velutinum* k-30; 3,6 и 2,5 у var. *erythrospermum* k-10; 2,0 и 1,1 у var. *hostianum* k-50 соответственно. У образцов var. *albidum* k-25 содержание пролина при сильном стрессе по сравнению с умеренным значительно возросло и увеличилось в 10,4 раза, а активность пероксидазы ослабла в 2,6 раза.

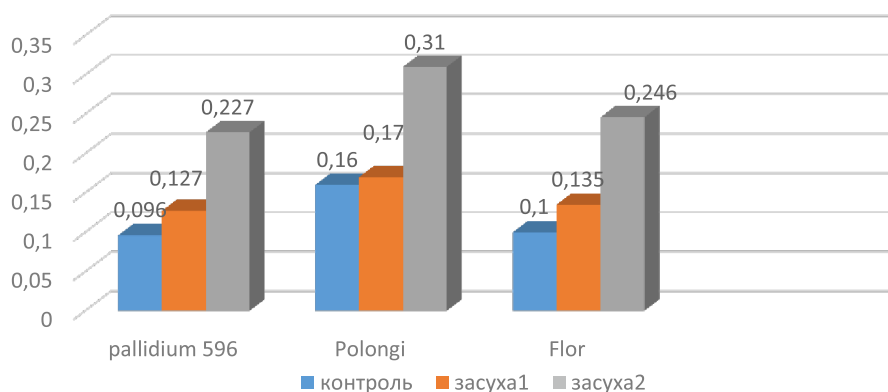


Рис. 3. Содержание пролина при стрессе у растений ячменя: 1 – контроль; 2 – умеренная засуха (14 атм); 3 – сильная засуха (20 атм)

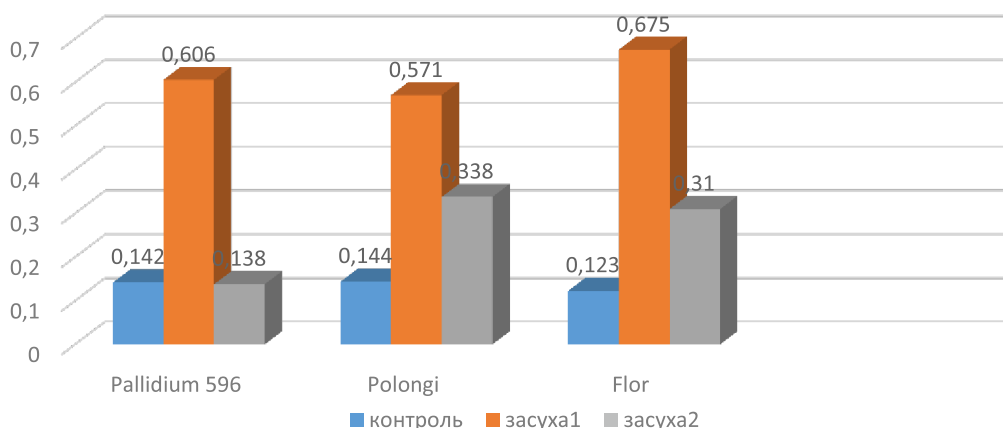


Рис. 4. Активность пероксидазы у образцов ячменя в условиях стресса: 1 – контроль; 2 – умеренная засуха (14 атм); 3 – сильная засуха (20 атм)

Незначительное увеличение содержания пролина сопровождалось значительным повышением активности гваякол-пероксидазы в ходе воздействия стресса умеренной интенсивности у всех трех сортов ячменя. А при воздействии сильной засухи, напротив, значительное увеличение содержания свободного пролина сопровождалось умеренным увеличением активности фермента. Так, по сравнению с засухой средней интенсивности, при сильной засухе содержание свободного пролина в проростках ячменя сорта Polongі увеличилось в 1,9 раза, а активность пероксидазы снизилась в 1,7 раза. Если у образцов сорта Flog содержание пролина увеличивалось в 1,8 раза, то активность фермента уменьшалась в 2,1 раза. У проростков сорта Pallidum 596 содержание пролина увеличилось в 1,8 раза, однако активность пероксидазы снизилась даже ниже значения контроля, что в 4,39 раза ниже, чем при воздействии умеренного стресса. Полученные результаты свидетельствуют о взаимодействии компонентов системы антиоксидантной защиты.

Согласно представленным многочисленным экспериментальным данным, изменение активности антиоксидантных ферментов зависит от дозы, продолжительности действия стресс – фактора, уровня активности ферментов и генотипа растения, используемого в исследовании [5]. Но эффективность работы антиоксидантных ферментов не всегда достаточна для детоксикации свободных радикалов, образующихся в больших количествах при усилении воздействия стресса [6]. Результаты свидетельствуют о том, что пролин несет антиоксидантную функцию и участвует в гашении свободных радикалов. Кроме того, пролин играет важную роль в поддержании клеточного метаболизма, обеспечивая выживание растений в экстремальных условиях [7]. С этой точки зрения выявленные нашими экспериментами различия в активности ферментативных и низкомолекулярных компонентов антиоксидантной системы у пшеницы и ячменя вносят определенный вклад в изучение механизма защиты растений при стрессе. Таким образом, если значительное повышение активности фермента гваякол-пероксидазы при воздействии стресса умеренной интенсивности (14 атм) на проростки исследуемых образцов пшеницы и ячменя сопровождалось незначительным увеличением содержания

аминокислоты пролина, то в условиях высокой дозы (20 атм) ферментативная защитная система значительно снижала свою активность, а низкомолекулярный компонент антиоксидантной системы, в данном случае пролин, активировался, что подтверждается многократным увеличением его содержания в проростках. На основании этих данных можно утверждать, что во время засухи происходит взаимодействие ферментативных и низкомолекулярных компонентов антиоксидантной системы защиты в тканях растительного организма, т.е. можно говорить о наличии реципрокных отношений. В ряде литературных источников также есть информация о возможном наличии реципрокной связи между пролином и антиоксидантными ферментами. Подобная закономерность была обнаружена у ряда дикорастущих растений [8] и пшеницы [9].

Список литературы

1. Bates L.S., Walden R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil*. 1973. V. 39. P. 205–207.
2. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. С. 41–43.
3. Колупаев Ю.Е., Вайнер А.А., Ястреб Т.О. Проллин: физиологические функции и регуляция содержания в растениях в стрессовых условиях // *Вестник Харьковского национального аграрного университета. Серия Биология*. 2014. Вып. 2 (32). С. 6–22.
4. Кириллов А.Ф., Козьмик Р.А., Даскалюк А.П., Кузнецова Н.А., Харчук О.А. Оценка содержания пролина в растениях сои при воздействии засухи и засоления // *Доклады по экологическому почвоведению*. 2013. № 1. Вып. 18. С. 194–201.
5. Маевская С.Н., Николаева М.К. Реакция антиоксидантной и осмопротекторной систем проростков пшеницы на засуху и регидратацию // *Физиология растений*. 2013. Т. 60. № 3. С. 351–359.
6. Сошинкова Т.Н., Радюкина Н.Л., Королькова Д.В., Носов А.В. Проллин и функционирование антиоксидантной системы растений и культивируемых клеток *Thellungiella salsa* при окислительном стрессе // *Физиология растений*. 2013. Т. 60. № 1. С. 47–60.
7. Carvalho K., Campos M.K., Domingues D.S., Pereira L.F., Vieira L.G. The accumulation of endogenous proline induces changes in gene expression of several antioxidant enzymes in leaves of transgenic *Swingle citrumelo*. *Molecular Biology Reports*. 2013. V. 40. P. 3269–3279.
8. Карташов А.В., Радюкина Н.Л., Иванов Ю.В., Пашковский П.П., Шевякова Н.И., Кузнецов Вл.В. Роль антиоксидантных систем при адаптации дикорастущих видов растений к солевому стрессу // *Физиология растений*. 2008. Т. 55. С. 516–522.
9. Yang Y., Zhang Y., Wei X., You J., Wang W., Lu J., Shi R. Comparative antioxidative responses and proline metabolism in two wheat cultivars under short term lead stress. *Ecotoxicol. Environ. Safety*. 2011. V. 74. P. 733–740.

СТАТЬИ

УДК 612.39(470)

**ОЦЕНКА ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ РОССИИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИКИ «ПЕРСЕНТИЛЬ-ПРОФИЛЬ»****Гудинова Ж.В., Жернакова Г.Н., Гегечкори И.В., Толькова Е.И., Васьковская Ю.С.***ФБГОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации, Омск, e-mail: shanginagalina@mail.ru*

В статье идет речь о возможности применения авторской методики «Персентиль-профиль», рекомендованной к использованию в системе Роспотребнадзора в 2010 г., для оценки питания населения по сведениям официальной государственной статистики в аспекте межрегиональных сравнений и поиска причинно-следственных связей. Применение методики «Персентиль-профиль» позволяет решить ряд задач анализа баз данных, в том числе построить границы интервала статистической нормы потребления основных продуктов питания для совокупности регионов страны, сравнить показатели с разными единицами измерения, например, питания и здоровья населения, визуализировать результаты на одном графике, установить региональные особенности как питания, так и алиментарно-зависимой патологии. Установлены низкие показатели потребления молока и молочных продуктов, яиц, овощей и бахчевых, фруктов и ягод, картофеля. В 75% регионов отмечено недостаточное потребление растительного масла. Более чем в 90% регионов потребление мясных продуктов и сахара превышает рекомендуемые нормативы. Выявлены особенности потребления продуктов питания на сопредельных русскоязычных территориях (в Новосибирской и Омской областях). В этих же регионах в результате картографирования выявлены особенности формирования алиментарной патологии среди детей, что не исключает влияния факторов питания на формирование детских анемий и ожирения. Визуализация сложных расчетов в виде графиков и картограмм упрощает восприятие сложной цифровой информации, позволяет получить дополнительные аргументы региональным ведомствам при разработке политики по улучшению питания населения с концентрацией ресурсов в наиболее важных направлениях для достижения целевых показателей здоровья населения.

Ключевые слова: методика «Персентиль-профиль», питание населения, анемия, ожирение, регионы России

**ASSESSMENT OF NUTRITION OF THE POPULATION IN THE REGIONS
OF RUSSIA USING THE PERSENTIL PROFILE METHOD****Gudinova Zh.V., Zhernakova G.N., Gegechkori I.V., Tolkova E.I., Vaskovskaya Yu.S.***Omsk State Medical University, Ministry of Public Health, Omsk, e-mail: shanginagalina@mail.ru*

The article deals with the possibility of applying the author's methodology «Percentil-profile», recommended for use in the Rospotrebnadzor system in 2010, for assessing the nutrition of the population according to official state statistics in the aspect of inter-regional comparisons and the search for cause-effect relationships. The use of the «Percentile-profile» methodology allows us to solve a number of database analysis tasks, including constructing the boundaries of the interval of the statistical norm of consumption of basic foodstuffs for the population of the country's regions, comparing indicators with different units of measure, for example, nutrition and public health, and visualizing the results on one graph, establish regional features of both nutrition and nutrition-dependent pathology. Low rates of consumption of milk and dairy products, eggs, vegetables and melons, fruits and berries, and potatoes were found. In 75% of the regions, insufficient consumption of vegetable oil is noted. In more than 90% of the regions, the consumption of meat products and sugar exceeds the recommended standards. Peculiarities of food consumption in the adjacent Russian-speaking territories (in the Novosibirsk and Omsk regions) are revealed. In the same regions, as a result of mapping, the features of the formation of alimentary-dependent pathology among children were revealed, which does not exclude the influence of nutrition factors on the formation of anemia and obesity among children. Visualization of complex calculations in the form of graphs and cartograms simplifies the perception of complex digital information, allows you to get additional arguments for regional departments when developing policies to improve the nutrition of the population with the concentration of resources in the most important directions to achieve the target health indicators of the population.

Keywords: «Percentile-profile» technique, nutrition of the population, anemia, obesity, regions of Russia

Одним из приоритетных направлений государственной политики в Российской Федерации является политика в области здорового питания населения – «комплекс мероприятий, направленных на создание условий, обеспечивающих удовлетворение в соответствии с требованиями медицинской науки потребностей различных групп населения в здоровом питании с учетом их традиций, привычек и экономического положения». Ожидаемым результатом реализации этой поли-

тики является «снижение заболеваемости детей и подростков, связанной с питанием (анемия, недостаточность питания, ожирение, болезни органов пищеварения), – до 10 процентов» [1]. Приоритет уменьшения предотвратимых «форм нарушения питания, включая избыточную массу тела и ожирение», подчеркивается и Европейским региональным бюро ВОЗ. В решении данной задачи немаловажное значение имеет «усиление эпиднадзора, мониторинга и оценки, а также научных

исследований» в системе качества питания и пищевого статуса населения [2].

В настоящее время исследователям доступна как информация о заболеваемости населения в разрезе регионов РФ, так и официальные сведения о состоянии питания населения, в связи с чем, на наш взгляд, особую актуальность приобретает поиск новых способов анализа и адаптация уже существующих методик для оценки питания населения на популяционном уровне [3–5].

Коллектив нашей кафедры давно работает в области региональной медицины и статистического анализа базы данных о среде и здоровье населения. В частности, для сравнения трудно сопоставимых показателей нами предложена методика «Персентиль-профиль», пошаговая инструкция которой приведена в методических рекомендациях ФС Роспотребнадзора «Социально-гигиенический мониторинг. Анализ медико-демографических и социально-экономических показателей на региональном уровне» [6]. Эта методика была апробирована нами во многих областях – инвалидность детей, факторы среды обитания детей, профессиональная заболеваемость населения, группы здоровья детей [7–9].

Цель исследования: оценить эффективность применения методики «Персентиль-профиль» для оценки питания населения в регионах России.

Материалы и методы исследования

Для оценки питания в качестве материалов исследования использованы официальные данные Федеральной службы государственной статистики, характеризующие уровень и структуру потребления основных продуктов питания по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств за 2018 г. [10]. В анализ дополнительно введены нормы потребления основных групп пищевых продуктов, утвержденные Министерством здравоохранения России в 2016 г. и обеспечивающие «расчетную среднелюдинскую потребность в пищевых веществах и энергии, а также разнообразие потребляемой пищи» [11].

Для обработки базы данных о потреблении основных продуктов питания населением регионов страны была использована методика «Персентиль-профиль», предполагающая проведение расчетов и построение графиков в Microsoft Excel. Применение методики «Персентиль-профиль» позволяет решить ряд задач анализа: построить границы интервала статистической нормы для совокупности регионов страны по показателям, имеющим неодинаковую размерность, т.е. со значительными отличиями единиц из-

мерения, сопоставимость которых обеспечивается процедурой стандартизации или приведения к единым показателям, а также оценить вариабельность признаков в изучаемой совокупности регионов по интерквартильному и интердецильному интервалам.

На первом этапе анализа изучаемые показатели потребления продуктов питания были стандартизированы на значение медианы признака (персентиль 50), в результате чего для каждого из показателей были получены безразмерные величины (% от медианы), позволяющие проводить наглядные сопоставления между показателями. За статистическую норму традиционно был принят интерквартильный интервал – диапазон между 25 и 75 персентилями (P25–P75), внутри которого находятся 50% всех наблюдений. Аналогично построены границы 10-го и 90-го центилей (P10–P90).

В качестве материалов исследования была использована официальная информация ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России в разрезе регионов РФ за 2018 г. [12]. Заболеваемость детского населения (0–14 лет) анемиями и ожирением анализировалась с построением картограмм в информационной базе – геосхема программного обеспечения 1С: предприятие.

База данных составила 920 единиц наблюдения по 85 регионам России, включая автономные округа.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 представлен график потребления основных продуктов питания в совокупности регионов РФ в 2018 г. с тремя видами значений: 1) медианы; 2) P25–P75; 3) P10–P90. Как видно из рисунка, границы P25–P75 по группам продуктов вполне сопоставимы, некоторое увеличение отмечено только по потреблению рыбы и рыбных продуктов, картофеля, фруктов и ягод. Наименьший разброс отмечен по показателю потребления яиц, хлеба и хлебных продуктов, мяса и мясных продуктов.

Однако анализ рис. 1 по значениям персентилей 10 и 90 («внутри» которых находятся 80% регионов страны) позволяет уточнить выводы: наибольшие различия в совокупности регионов страны отмечались в 2018 г. по потреблению рыбы, картофеля, растительного масла, сахара, хлеба, овощей. Наименьшие – по потреблению мяса, молока, яиц, то есть продуктов животного происхождения, источников полноценного белка. Последнее, очевидно, следует оценивать положительно.

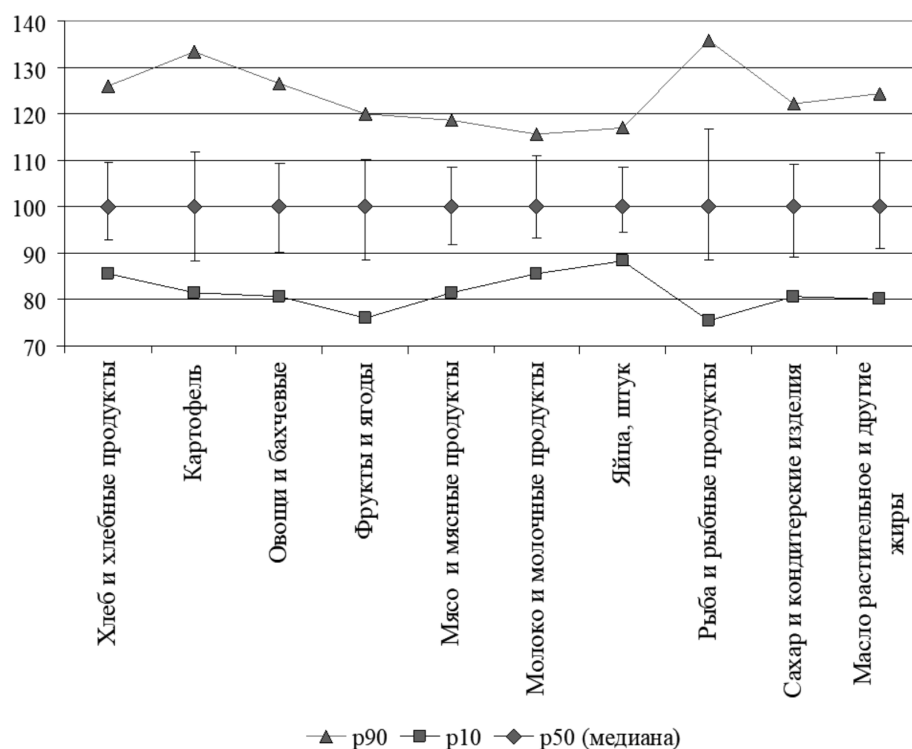


Рис. 1. Перцентиль-профиль статистической нормы и интердецильного интервала по потреблению основных продуктов питания в совокупности регионов РФ в 2018 г. Обозначения по оси ординат: стандартизованные показатели в процентах к значению медианы, принятой за 100%. Границы статистической нормы (вертикальными штрихами отмечен диапазон статистической нормы признаков в границах интерквартильного интервала p_{25} – p_{75})

На следующем этапе анализа полученные результаты были сопоставлены с нормами потребления пищевых продуктов – на график были нанесены значения нормативов (на графике круглые маркеры) (рис. 2).

Как видно из рисунка, нормативы вошли в диапазон статистической нормы реального потребления продуктов населением России только по хлебу (и очень точно, P_{50}), рыбе (тоже почти P_{50}) и маслу растительному (верхняя граница нормы, P_{75}). По другим продуктам нормативы не вошли не только в интерквартильный интервал (P_{25} – P_{75}), но даже и в более широкий диапазон (P_{10} – P_{90}). Так, гораздо больше необходимо потреблять молочных продуктов, яиц, картофеля, овощей, фруктов и гораздо меньше – мяса и сахара (рис. 2).

Таким образом, хорошо видно, что потребление многих основных продуктов питания в большинстве регионов не соответствует нормам: более чем в 90% регионов фактическое потребление молочных продуктов, овощей, фруктов, картофеля, яиц меньше норм потребления. В 75% регионов

отмечено недостаточное потребление растительного масла. В то же время потребление мясных продуктов и сахара превышает рекомендуемые более чем в 90% регионов. Средние показатели фактического потребления соответствуют нормам лишь по двум показателям из десяти: хлебу и рыбе. Однако наибольший размах показателя потребления рыбы и рыбных продуктов (рис. 1) указывает на крайнюю неоднородность показателей потребления рыбы в совокупности регионов (от 7,6 кг/год на человека в Республике Тыва до 46,2 кг/год в Ненецком автономном округе при норме 22 кг/год).

Полученные результаты подтверждают, во-первых, несоответствие потребления большинства групп продуктов нормативам. Во-вторых – значительные региональные особенности питания в домашних хозяйствах, что не исключает риска алиментарных заболеваний.

Для подтверждения этой гипотезы на следующем этапе анализа построены картограммы первичной заболеваемости анемией и ожирением детей в 2018 г. (рис. 3, 4).

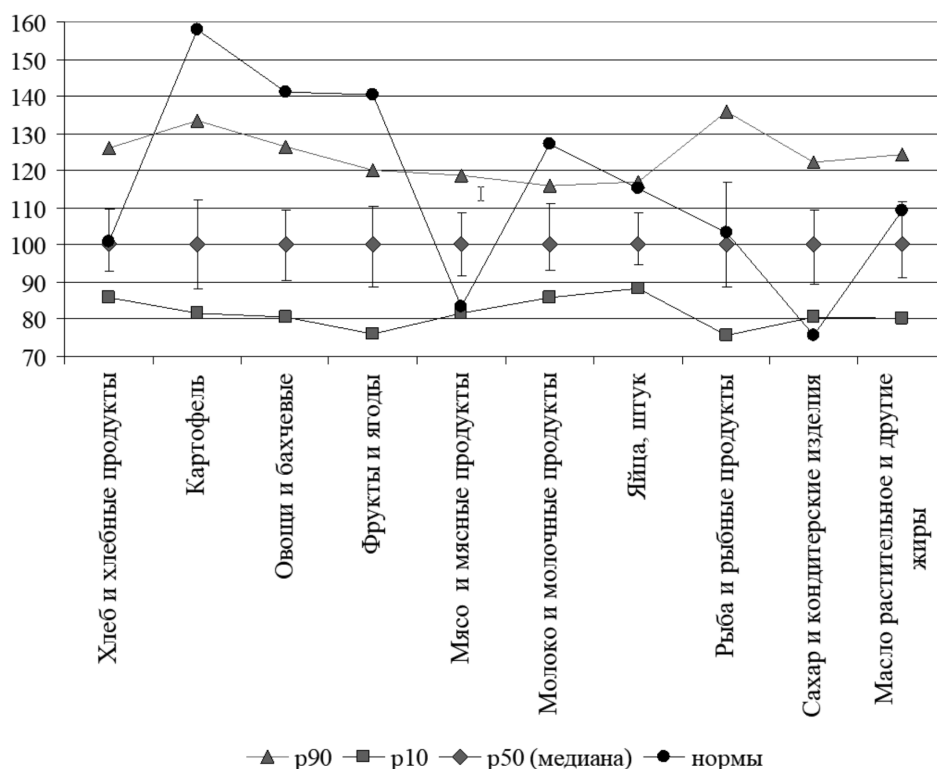


Рис. 2. Перцентиль-профиль по потреблению основных продуктов питания в совокупности регионов РФ в 2018 г. в сопоставлении с рекомендуемыми нормами потребления продуктов питания. По оси ординат: стандартизованные показатели в процентах к значению медианы, принятой за 100%. Вертикальными штрихами отмечен диапазон статистической нормы признаков в границах интерквартильного интервала P25–P75



Рис. 3. Картограмма заболеваемости анемией детей в возрасте 0–14 лет на 100000 детского населения в 2018 г. Обозначения: регионы с высокими показателями (более р75) отмечены черным цветом, а регионы с низкими показателями (менее р25) белого цвета, серым цветом выделены регионы со средними значениями (р25–р75)

Обращает на себя внимание то, что на обеих картах отмечены соседние регионы, вошедшие в ранг высоких и в ранг низких значений, что, безусловно, вызывает во-

просы о причинах подобной ситуации. Так, например, в Омской области показатели заболеваемости анемией вошли в интервал высоких значений, а в соседней Новосибир-

ской области уровень анемии у детей низкий (рис. 3). Что касается ожирения детей, то, наоборот, Омская область по этому показателю входит в ранг низких значений, а Новосибирская – в ранг высоких значений (рис. 4).

Поэтому в качестве примера оценки фактического потребления продуктов питания в регионах на основании методики «Перцентиль-профиль» выбраны Новосибирская и Омская области (рис. 5).



Рис. 4. Картограмма заболеваемости ожирением детей в возрасте 0–14 лет на 100000 детского населения в 2018 г. Обозначения: регионы с высокими показателями (более $p75$) отмечены черным цветом, а регионы с низкими показателями (менее $p25$) белого цвета, серым цветом выделены регионы со средними значениями ($p25$ – $p75$)

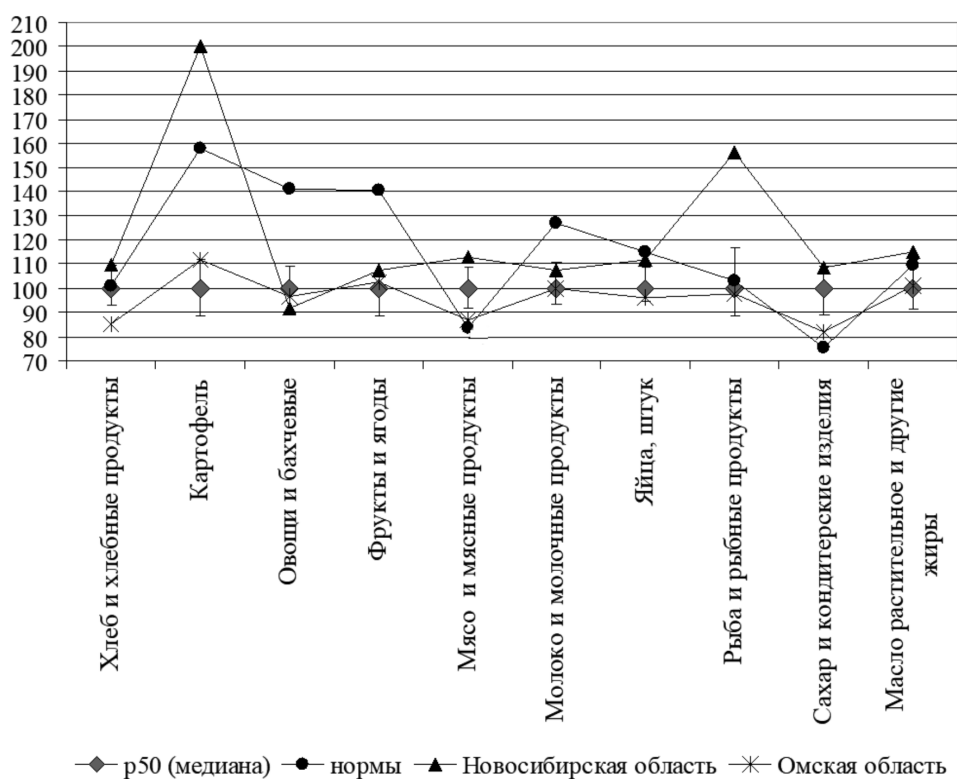


Рис. 5. «Перцентиль-профиль» потребления основных продуктов питания в Новосибирской и Омской областях в 2018 г. в сопоставлении с рекомендуемыми нормами потребления продуктов питания

Из рис. 5 видно, что потребление продуктов в двух соседних русскоязычных областях Сибирского ФО существенно различается: в Омской области потребление продуктов либо входит в интервал статистической нормы для регионов страны (что ниже нормативов), либо ниже нижней границы (хлеб и сахар). В Новосибирской области биологическая и пищевая ценность потребляемых населением продуктов выше, чем в Омской области, за счет потребления, превышающего рекомендуемые нормы: мяса, рыбы, хлеба, картофеля, сахара и кондитерских изделий, растительного масла и других жиров. Вышеизложенное позволяет предположить в качестве одной из причин анемии у детей в Омской области и ожирения у детей в Новосибирской области особенности питания населения.

Заключение

Реальное питание населения в большинстве регионов РФ в 2018 г. ниже норм потребления пищевых продуктов по показателям потребления молока и молочных продуктов, яиц, овощей и бахчевых, фруктов и ягод, картофеля. В 75% регионов отмечено недостаточное потребление растительного масла. Более чем в 90% регионов потребление мясных продуктов и сахара превышает рекомендуемые нормативы.

При анализе результатов картографирования заболеваемости детей анемией и ожирением установлены значительные различия на сопредельных русскоязычных территориях (на примере Новосибирской и Омской областей). Применение методики «Персентиль-профиль» позволило выявить особенности потребления продуктов питания в данных регионах, что может быть причиной формирования алиментарной патологии среди детей.

Полученные результаты подтверждают эффективность применения методики «Персентиль-профиль» в ходе оценки питания населения в регионах страны, поскольку с ее помощью могут быть получены новые знания по изучаемому вопросу, которые можно использовать при разработке разного рода профилактических программ и действий.

Подобное сопоставление данных в виде графиков и картограмм позволяет, на наш взгляд, получить дополнительные аргументы региональным ведомствам при разработке политики по улучшению питания населения с концентрацией усилий и экономических затрат в наиболее важных направлениях для достижения целевых показателей здоровья населения, установить «продукты риска», скорректировать меры

гигиенического воспитания населения, ценовую политику и ряд других мероприятий.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 г. № 1873-р «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12079847/> (дата обращения: 08.08.2020).
2. ВОЗ. Европейское региональное бюро. План действий в области пищевых продуктов и питания на 2015–2020 гг. URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/294475/European-Food-Nutrition-Action-Plan-20152020-ru.pdf?ua=1 (дата обращения: 08.08.2020).
3. Гурвич В.Б., Мажаева Т.В., Малых О.Л. Методы оценки питания населения на популяционном уровне // Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 9 (246). С. 21–22.
4. Мансуров Р.Е. Рейтинг продовольственной самообеспеченности районов Омской области в региональном управлении АПК // Экономический журнал. 2017. № 1 (45). С. 64–67.
5. Самодурова Н.Ю., Мамчик Н.П., Истомина А.В., Клепиков О.В., Соколенко Г.Г. Определение территорий риска по уровню алиментарно-зависимых заболеваний с учетом региональных особенностей структуры питания населения // Вестник Российского государственного медицинского университета. 2018. № 5. С. 42–47.
6. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 20 сентября 2010 г. № 341 «Об утверждении методических рекомендаций по социально-гигиеническому мониторингу». [Электронный ресурс]. URL: <http://rosпотребнадzor.ru/content/prikaz-ot-20092010-no-341-ob-utverzhdenii-metodicheskikh-rekomendaciy-po-socialno> (дата обращения: 08.08.2020).
7. Гудинова Ж.В., Жернакова Г.Н., Гегечкори И.В., Толькова Е.И., Васьяковская Ю.С. Возможности методики «Персентиль-профиль» в оценке здоровья детей и подростков в системе социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. № 6. С. 79–82.
8. Гудинова Ж.В., Овчинникова Е.Л., Нескин Т.А., Жернакова Г.Н., Толькова Е.И., Гегечкори И.В. Новый способ анализа заболеваемости детей в регионах (на примере районов Омской области) // Вопросы современной педиатрии. 2015. Т. 14. № 1. С. 18–22.
9. Гудинова Ж.В., Блинова Е.Г., Гегечкори И.В., Жернакова Г.Н., Толькова Е.И. Формирование навыков поиска информации, анализа медицинских данных в процессе обучения студентов медицинских вузов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=9603> (дата обращения: 08.08.2020).
10. Федеральная служба государственной статистики. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2018 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://gks.ru/compendium/document/13292> (дата обращения: 08.08.2020).
11. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г. № 614 (в ред. Приказа Минздрава России от 25.10.2019 № 887) «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/> (дата обращения: 08.08.2020).
12. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения. ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России. Заболеваемость детского населения России (0–14 лет) в 2018 году с диагнозом, установленным впервые в жизни. Статистические материалы. Часть V. [Электронный ресурс]. URL: <https://mednet.ru/miac/meditsinskayastatistika> (дата обращения: 08.08.2020).

УДК 613.16:628.51

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
НА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ****Карабалин С.К., Ниязбекова Л.С., Терликбаева Г.А., Мырзагулова С.Е.,
Сейдуанова Л.Б., Сайлыбекова А.К.***Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова,
Алматы, e-mail: lyazzat.niyazbekova@mail.ru*

Проведенные гигиенические исследования показали, что на участках горно-обогатительной фабрики и основных цехах в теплое время года микроклимат (относительная влажность и скорость движения воздуха, температура) менялся в различных уровнях. На участках обжига и на рабочем месте горнового температура достигала $38,9 \pm 0,6$ °С, показатели относительной влажности были в пределах от 46 до 68 % и на участках основных цехов и обогатительной фабрики скорость движения не превышала $0,2 \pm 0,09$ м/с. На рабочем месте хвостового хозяйства показатель скорости движения воздуха менялся в пределах $0,47 \pm 0,13$ м/с. В автотранспортном управлении рабочие, обслуживающие большегрузные машины, бульдозерную и скреперную технику, в летний период подвергались воздействию температурных перепадов. Так, в кабинах техники температура воздуха в середине дня достигала $26,3 \pm 2,1$ °С, а скорость движения и влажность воздуха не превышали норму. В результате проведенной комплексной гигиенической оценки условий труда рабочих горно-обогатительного объединения установлено, что: рабочие карьера работают в условиях воздействия неблагоприятного микроклимата и их труд оценивается по степени вредности и опасности к классу 3.2; на ССПЮ подземная добыча руды осуществлялась на глубине от 250 м до 650 м. Нагревающий микроклимат (температура летом свыше 25,8–30 °С), высокая относительная влажность (более 78 %) по степени опасности и вредности соответствует классу 3.3.

Ключевые слова: неблагоприятные факторы, микроклиматические параметры, влажность воздуха, температура, скорость движения воздуха, степень вредности и опасности

**HYGIENIC EVALUATION OF MICROCLIMATIC PARAMETERS
IN THE MINING AND PROCESSING INDUSTRIES****Karabalin S.K., Niyazbekova L.S., Saylybekova A.K., Terlikbaeva G.A.,
Seyduanova L.B., Myrzagulova S.E.***Kazakh National Medical University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty,
e-mail: lyazzat.niyazbekova@mail.ru*

The conducted hygienic studies have shown that in the sections of the mining and processing plant and the main workshops during the warm period of the year the microclimate (relative humidity and air velocity, temperature) fluctuated within different limits. The air temperature fluctuated within 23.3 ± 4.1 °С. At the firing site, especially at the working places of the furnace, the air temperature indicators reached 38.8 ± 0.6 °С. Relative humidity values ranged from 45 to 65 % and the air velocity in the main workshops and sections of the processing plant did not exceed 0.2 ± 0.09 m/sec. At the workplace of the end materials industry, the air velocity fluctuated within the range of 0.47 ± 0.13 m/s. In the motor transport department, workers servicing heavy trucks, bulldozers and scrapers were exposed to temperature changes in the summer. So, in the cabins of vehicles, the air temperature in the middle of the day reached 26.3 ± 2.1 °С. Indicators of air speed and relative humidity did not exceed the standard values. As a result of a combined hygienic review of the working conditions of workers of the mining and processing association it was found that: quarry workers work in conditions of exposure to adverse microclimates and these conditions are evaluated by the degree of danger and harmfulness class 3.2; at SSGPO underground mining of ore was carried out at a depth of 250 m to 600 m. Heating microclimate (temperature reaches over 25.8-30 °С in summer), high relative humidity (more than 78 %) corresponds to class 3.3 in terms of degree of harm and danger.

Keywords: harmful factors, microclimate, relative humidity, temperature, air velocity, degree of harmfulness and danger

В процессе трудовой деятельности работающие подвергаются воздействию неблагоприятных факторов производственной среды. Все это может привести в короткие сроки к дефициту трудового потенциала. Поэтому важнейшей проблемой для государства является охрана здоровья работающего населения, сохранение и укрепление здоровья населения, снижение общей и профессиональной заболеваемости, безвременной кончины, а также повышение средней продолжительности жизни населения трудоспособного возраста [1, 2].

Под воздействием неблагоприятных факторов труда возникают не только заболевания профессионального характера, но и они могут быть причиной прогрессирования и развития других общих заболеваний, не относящихся к категории профессиональных. Трудопотери по заболеваемости связаны в основном с плохими условиями труда, по данным некоторых авторов [2, 3].

Степень развития заболеваний, возникающих под воздействием неблагоприятных факторов производственной среды,

является отображением состояния производства. Хотя нельзя отвергнуть и тот факт, что профессиональная заболеваемость зависит от качества медицинского обслуживания работающих.

Вследствие неудовлетворительных условий труда и гигиенических мер по охране труда в республике выявляется профессиональная заболеваемость и производственный травматизм, хотя уровень их регистрации заметно отличается по годам [4]. Профессиональные заболевания в республике выявляются из-за неблагоприятных условий на производстве и неудовлетворительных гигиенических мер по охране труда. Уровень заболеваемости отличается по годам.

В последние годы в связи со структурными и различными преобразованиями в управлении предприятиями статистические вопросы и учет профессиональной заболеваемости значительно изменились [5].

Цель исследования: гигиеническая оценка и изучение воздействия неблагоприятных производственных факторов (микrokлиматических параметров) на состояние здоровья рабочих горно-обогатительно-го производства.

Промышленные предприятия АО «Соколовско-Сарбайское горно-производственное объединение» г. Костанай: Сарбайское рудоуправление, Соколовское подземное рудоуправление, Управление рудоподготовки, обогащения и автотранспортное управление – являются объектами исследования.

Материалы и методы исследования

Совокупная гигиеническая оценка условий и характера труда рабочих Соколовско-Сарбайского горно-производственного объединения дана по исследованиям параметров микроклимата – относительной влажности и скорости движения воздуха, температуры.

В соответствии с требованиями СанПиН № 1.02.006-98 – Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений и СанПиН № 355 – 2005 г. «Санитарно-эпидемиологические требования к воздуху производственных помещений» проводили измерения параметров микроклимата – влажности и скорости движения воздуха, температуры. Метеометр МЭС 200 использовали для исследования параметров микроклимата. По микроклиматическим показателям проведено всего 1701 измерение.

Результаты исследования и их обсуждение

На открытых карьерах основные профессии: бурильщики, взрывники-операторы,

машинисты-бульдозеристы, машинисты-экскаваторщики, машинисты погрузочных машин и водители большегрузных автомашин (МАЗ). Круглосуточный режим работы по скользящему графику при непрерывной неделе при 12-часовой смене.

Открытым способом добычу руды осуществляется на глубине до 450 м. Горногеологические условия залегания руды и природно-климатические условия Костанайского региона обуславливают микроклиматические условия в карьере.

Результаты анализа гигиенических исследований позволили установить, что температура открытого воздуха в летний период года на карьере характеризуется незначительными суточными колебаниями от 2,5 °С до 6,8 °С (табл. 1).

Следует отметить, что температура воздуха в летний период года в кабинах обслуживающей техники в процессе выполнения технологических операций заметно превышают нормативные значения в среднем колебаниями от 3,5 °С до 5,8 °С. Повышение температуры в кабинах техники связано не только с летним периодом года, но и непосредственно с глубиной разреза.

В пределах нормативных величин были показатели относительной влажности воздуха (от 45,7 ± 6,7% до 54,3 ± 7,7%). В процессе взрывных работ на карьерах применяются средства пылеподавления.

За счет горно-геологических условий постоянно приходилось продувать открытые выработки, что сказывается на высоких показателях скорости движения воздуха, особенно электрослесарей и горнорабочих, осуществляющие ремонтные работы у борта карьера (от 6,09 ± 0,03 до 12,2 ± 0,7 м/с).

Гигиенические исследования условий труда горнорабочих основных участков установили, что подземная добыча полиметаллических руд осуществляется на глубине 250 м до 450 м.

Основные горно-подготовительные и добычные работы основаны на зачистке почвы и креплении внутризабойного пространства, разрушении горного рудного массива, погрузке и транспортировке вытянутой массы по конвейеру,

На рабочих местах температура колебалась в пределах от 16,1 °С до 17,8 °С. Определенное повышение значений относительной влажности воздуха на рабочих участках (76,1 ± 2,1%) связано с использованием средств пневмо- и гидроорошения для подавления пыли.

Несмотря на систематическое продувание горных выработок, скорость движения воздуха в проходческих и очистных забоях (особенно в тупиковых зонах) достигала

0,12–0,18 м/с. По мере продвижения горнорабочих по горным выработкам, скорость движения воздуха достигала высоких значений (от 4,5 до 8,8 м/с), что связано с интенсивной работой вентиляционных уста-

новок, предназначенных для проветривания накопившейся пылегазовой смеси.

Микроклиматические параметры на рабочих местах различных предприятий ССПО (табл. 1–4).

Таблица 1

Сарбайское рудоуправление (Сарб. РУ)

Участок	Профессия	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
	Машинист экскаватора	26,5 ± 2,2	48,3 ± 10,4	0,03 ± 0,003
	Пом. машиниста экскаватора	28,3 ± 2,3	45,6 ± 6,6	0,06 ± 0,003
	Машинист буровой установки	22,1 ± 2,1	45,3 ± 7,6	0,05 ± 0,001
	Пом. машиниста буровой установки	21 ± 2,1	44 ± 8,3	0,06 ± 0,03
	Горнорабочий	22,6 ± 2,1	54,6 ± 9,2	6,09 ± 0,01
	Электрослесарь, электросварщик	23,1 ± 1,9	53 ± 10,6	12,2 ± 0,7
	Машинист насосной установки	20,1 ± 1,8	45 ± 07,5	0,03 ± 0,006
	Водители большегрузных машин	20,3 ± 1,9	45 ± 07,5	0,03 ± 0,005

Таблица 2

Соколовское подземное рудоуправление (СПРУ)

Участок	Профессия	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
	Взрывотехник	16,0 ± 0,4	78,3 ± 10,2	0,13 ± 0,6
	Горнорабочий подземный	14,1 ± 0,1	77 ± 10,2	0,12 ± 0,1
	Крепильщик	15,3 ± 0,3	76 ± 9,3	0,16 ± 0,6
	Машинист буровой установки	17,3 ± 0,1	71 ± 7,1	0,14 ± 0,6
	Машинист конвейера	17,7 ± 0,1	69,6 ± 8,3	0,15 ± 0,1
	Машинист скреперной лебедки	16 ± 0,4	68,3 ± 7,2	0,13 ± 0,6
	Проходчик	16,8 ± 0,2	71 ± 7,3	0,18 ± 0,1
	Электрослесарь подземный	17,8 ± 0,2	67,3 ± 5,3	0,12 ± 0,6

Таблица 3

Управление рудоподготовки и обогащения (УРПО)

Участок	Профессия	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
Участок дробления	Дробильщик	24,4 ± 0,1	57 ± 0,3	0,31 ± 0,1
	Бункеровщик	23,5 ± 0,1	49,3 ± 0,3	0,30 ± 0,1
	Грохотовщик	23,1 ± 0,1	52,3 ± 0,3	0,3 ± 0,1
	Сепараторщик	24 ± 0,1	59,6 ± 0,1	0,34 ± 0,1
	Эл./газосварщик, Эл./слесарь	23,9 ± 0,1	59 ± 0,2	0,31 ± 0,1
Участок обогащения	Машинист мельниц	25,7 ± 0,2	58 ± 0,2	0,27 ± 0,3
	Эл./газосварщик, Эл./слесарь	26,2 ± 0,2	58,6 ± 0,3	0,30 ± 0,03
Участок сушки	Сушильщик	25,5 ± 0,1	46,6 ± 0,1	0,24 ± 0,01
	Машинист роторного	25,5 ± 0,1	65,3 ± 0,2	0,33 ± 0,02
	Экскаватора			
	Эл./газосварщик, Эл./слесарь	25,1 ± 0,1	51,3 ± 0,5	0,31 ± 0,01
Участок сырых окатышей	Дробильщик	22,1 ± 0,2	63,6 ± 0,5	0,30 ± 0,03
	Машинист мельниц	27,1 ± 0,1	46 ± 0,2	0,32 ± 0,01
	Машинист окомкователей	27,4 ± 0,1	50,6 ± 0,5	0,27 ± 0,02

Окончание табл. 3				
Участок	Профессия	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
	Грохотовщик	26,5 ± 0,2	54 ± 0,2	0,25 ± 0,03
	Эл./газосварщик, Эл./слесарь	27,4 ± 0,1	53 ± 0,3	0,24 ± 0,04
Участок обжига	Агломератчик	31,3 ± 0,4	44 ± 0,5	0,24 ± 0,05
	Горновой	38,8 ± 0,6	27,6 ± 0,5	0,23 ± 0,06
	Эл./газосварщик, Эл./слесарь	31,8 ± 0,4	36,3 ± 0,5	0,25 ± 0,04
Участок сортировки	Дозировщик горячего возврата	24,6 ± 0,2	54 ± 0,2	0,31 ± 0,02
	Грохотчик-шуровщик	25 ± 0,1	56,6 ± 0,3	0,27 ± 0,02
	Эл./газосварщик, Эл./слесарь	24,3 ± 0,1	53,6 ± 0,1	0,23 ± 0,04
Участок ОГП	Машинист экскаватора	23,2 ± 0,1	62,6 ± 0,3	0,23 ± 0,03
УХХ	Машинист насосных установок	25,6 ± 0,1	56,6 ± 0,3	0,4 ± 0,05
	Шламовщик-бассейнщик	25,6 ± 0,1	56,6 ± 0,3	0,5 ± 0,05
	Эл./газосварщик, Эл./слесарь	25,6 ± 0,1	56,6 ± 0,3	0,6 ± 0,05

Таблица 4

Автотранспортное управление

Участок	Профессия	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
	Водитель «САГ-777» (90)	21 ± 0,2	39,6 ± 0,1	0,01 ± 0,01
	Водитель «HD-785-5» (90)	23,6 ± 0,2	47 ± 0,6	0,03 ± 0,03
	Водитель «БелАЗ»	26,3 ± 0,2	36 ± 0,1	0,02 ± 0,01
	Машинист автогрейдера	26,3 ± 0,2	36 ± 0,1	0,02 ± 0,01
	Машинист бульдозера	24,6 ± 0,2	54 ± 0,2	0,06 ± 0,02
	Машинист скрепера	23,2 ± 0,1	62,6 ± 0,3	0,03 ± 0,03
	Тракторист	25,1 ± 0,2	51,4 ± 0,4	0,07 ± 0,01
	Бригадир	19,7 ± 0,2	60,7 ± 0,5	1,4 ± 0,03

Исходя из этого, следует, что гигиенические исследования, проведенные на участках основных цехов и горно-обогательной фабрики, показали, что температура воздуха в теплый отрезок времени колебалась на уровне 23,3 ± 4,1 °С. На рабочем месте участка обжига горнового температура держалась в пределах 38,8 ± 0,6 °С.

Уровни относительной влажности и скорости движения воздуха в основных цехах и участках обогащательной фабрики держались на уровне от 45 до 65 % и не превышала 0,2–0,09 м/с соответственно. За исключением рабочего места хвостового хозяйства, где скорость движения воздуха была на уровне 0,47 ± 0,13 м/с.

В автотранспортном управлении рабочие, обслуживающие большегрузные машины, бульдозерную и скреперную технику, в летний период года подвергались воздействию температурных перепадов. Так, в кабинах техники температура воздуха в середине дня достигала 26,3 ± 2,1 °С. Не превышали нормативных уровней зна-

чения скорости движения и относительной влажности воздуха.

Выводы

Обобщая результаты анализа микроклиматических параметров, следует отметить, что в зависимости от вида выполнения технологических операций на предприятиях ССГПО необходимо проводить организационно-технические мероприятия для достижения оптимальных норм температуры, скорости движения и относительной влажности воздуха с учетом эргономических показателей обслуживающей техники и оборудования.

По результатам комплексной гигиенической оценки условий труда рабочих ССГПО: труд рабочих карьера относится по степени опасности к классу 3.2 и протекает в условиях воздействия неблагоприятного микроклимата;

добывание руды подземным способом на ССГПО проводилось на глубине от 250 м до 650 м. Присутствие нагревающего микро-

климата (температура достигает летом выше 25,8–30 °С), высокой относительной влажности (более 78%) соответствует по степени вредности и опасности классу 3.3;

работающие на оборудовании с открытой водной поверхностью (отсадочные и флотационные машины, гидроциклоны, сгустители) подвергаются разбрызгиванию гидроаэрозоля. Поэтому по гигиеническим соображениям они должны быть защищены. В таких помещениях не должен быть избыток влажности воздуха, определенной для воздуха рабочей зоны. Максимальные величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы нормы.

Список литературы

1. Ажиметова Г.Н. Оценка влияния факторов окружающей среды на здоровье населения г. Актау // Гигиена труда и медицинская экология. 2012. № 4. С. 148–149.
2. Каремов Т.К., Алимбаев С.С., Бермаганбетова С.К. К вопросу взаимосвязи некоторых факторов окружающей среды на здоровья населения // Гигиена труда и медицинская экология. 2012. № 4. С. 178–180.
3. Макенова А.М., Мушоряпова Ю.А., Суйналиева Г.У. Влияние окружающей среды на состояние здоровья населения г. Актау // Медицина и экология. 2012. № 4. С. 17–19.
4. Сраубаев Е.Н. Актуальные проблемы гигиены труда и охраны здоровья работающего населения Казахстана // Медицина и экология. 2012. № 4. С. 256–259.
5. Уровень жизни населения Казахстана: Статистический сборник // Под ред. А.А. Смаилова. Астана: Агентство Республики Казахстан по статистике, 2011. 242 с.

УДК 616-076.5:616.022.1

**ПАТОГЕНЕЗ КОРОНАВИРУСНОЙ БОЛЕЗНИ 2019 (COVID-19),
ВЫЗВАННОЙ SEVERE ACUTE RESPIRATORY SYNDROME CORONAVIRUS
(SARS COV-2)**

¹Рева И.В., ¹Ямамото Т., ²Гордзиевская К.В., ²Расказова М.Е., ²Вершинина С.С.,
⁴Фисенко А.Ю., ⁴Коцюрбий Е.А., ⁴Тудаков В.С., ⁴Цегольник Е.С., ³Усов В.В.,
⁴Олексенко О.М., ³Коробкин А.И., ³Слабенко Э.В., ³Шиндина А.Д., ^{1,2,3}Рева Г.В.
¹Международный медицинский научно-образовательный центр, Ниигата, e-mail: avers2@yandex.ru;
²Инженерная школа Дальневосточного федерального университета,
Владивосток, e-mail: RevaGal@yandex.ru;
³Школа биомедицины Дальневосточного федерального университета, Владивосток;
⁴Тихоокеанский государственный медицинский университет,
Владивосток, e-mail: dust_on_a_wind@mail.ru

В работе представлены результаты собственных исследований и данных из доступных источников о патоморфологии органов дыхания при заражении возбудителем COVID-19, SARS-CoV-2, одноцепочечным РНК-вирусом, вызывающим опасное инфекционное заболевание. С января 2020 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила вспыхнувшую эпидемию, связанную с SARS-CoV-2, чрезвычайной ситуацией в мировом масштабе и проблемой здравоохранения международного значения [1], которая с 11 марта 2020 г. охарактеризована как пандемия [2]. На современном этапе изучения вируса, несмотря на многочисленные исследования, вопросы происхождения SARS COV-2 и его ключевые мишени в организме человека, повреждение которых запускает каскад патогенетических реакций, остаются открытыми и являются предметом острых дискуссий. Возрастает количество заболевающих детей [3]. Отсутствие доказательной базы, как о естественном происхождении вируса, так и о его искусственном создании в результате генной инженерии, не способствует разработке стратегий профилактики с созданием вакцин, а также патогенетически обоснованного лечения [4]. Полиорганная недостаточность, разная степень выраженности патологических процессов у пациентов с сопутствующей патологией, разнообразие клинического течения и широкий спектр морфологической картины при анализе биопсийного материала не позволяют выделить ключевой морфологический субстрат, повреждающийся при COVID-19, ответственный за запуск механизмов патологических процессов. Хотя принято считать, что дыхательная и иммунная системы являются основными мишенями при COVID-19, при этом также наблюдаются острая почечная недостаточность и протеинурия, поражение структур печени. Патогистологические находки в случаях летального исхода заболевания у некоторых пациентов свидетельствуют о том, что у минимального числа пациентов обнаруживается воспаление легких. В данной работе представлена морфологическая характеристика патогенетических изменений в структурах лёгких у больных COVID-19 Приморского края.

Ключевые слова: COVID-19, SARS COV-2, апоптоз, воспаление, фиброз, пневмония

**COVID-19 PATHOGENESIS CAUSED BY SEVERE ACUTE RESPIRATORY
SYNDROME CORONAVIRUS (SARS COV-2)**

¹Reva I.V., ¹Yamamoto T., ²Gordzиеvskaya K.V., ²Rasskazova M.E., ²Vershinina S.S.,
⁴Fisenko A.Yu., ⁴Kotsyurbiy E.A., ⁴Tudakov V.S., ⁴Tsegolnik E.S., ³Usov V.V.,
⁴Oleksenko O.M., ³Korobkin A.I., ³Slabenko E.V., ³Shindina A.D., ^{1,2,3}Reva G.V.
¹International Medical Research Center, Niigata, Japan, e-mail: avers2@yandex.ru;
²Engineering School Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: RevaGal@yandex.ru;
³Biomedicine School Far Eastern Federal University, Vladivostok;
⁴Pacific State Medical University, Vladivostok, e-mail: dust_on_a_wind@mail.ru

The paper presents the results of our own research and data from available sources on the pathomorphology of the respiratory system when infected with the causative agent COVID-19, SARS-CoV-2, a single-stranded RNA virus that causes a dangerous infectious disease. Since January 2020, the World Health Organization (WHO) has declared an outbreak of SARS-CoV-2, a global emergency and a health problem of international concern [1], which has been characterized as a pandemic since March 11, 2020 [2]. At the present stage of the study of the virus, despite numerous studies, the issues of the origin of SARS COV-2 and its key targets in the human body, damage to which triggers a cascade of pathogenetic reactions, still remain open and are the subject of heated discussions. The number of sick children is increasing [3]. Lack of evidence base, both about the natural origin of the virus and its artificial creation as a result of genetic engineering, does not contribute to the development of prevention strategies with the creation of vaccines, as well as pathogenetically based treatment [4]. Multiple organ failure, varying degrees of severity of pathological processes in patients with concomitant pathology, a variety of clinical course and a wide range of morphological patterns in the analysis of biopsy material do not allow us to identify the key morphological substrate damaged by COVID 19, which is responsible for triggering the mechanisms of pathological processes. Although it is generally accepted that the respiratory and immune systems are the main targets in COVID-19, acute renal failure and proteinuria, damage to liver structures, are also observed. Histopathological findings in cases of lethal outcome of the disease in some patients indicate that pneumonia is found in a minimum number of patients. This paper presents the morphological characteristics of pathogenetic changes in the structures of the lungs in patients with COVID-19 in the Primorsky Krai.

Keywords: COVID-19, SARS COV-2, apoptosis, inflammation, fibrosis, pneumonia

По данным Университета Джонса Хопкинса, пандемия COVID-19 охватила 188 стран, а по данным L. Yang, D. Tian, W. Liu (2020) – 212 с общим числом заразившихся коронавирусом, превысившим 16,4 млн чел. Количество жертв коронавируса во всем мире превышает 600 тыс. чел. [5]. I. Madabhavi, M. Sarkar, N. Kadakol (2020) обозначили пандемию как катастрофу мировой значимости [6]. Только в России число случаев заражения коронавирусом достигло 818 120, число болеющих ежедневно превысило 5 600 случаев. В глобальном масштабе наблюдается нарастание скорости распространения коронавируса и ухудшение клинических показателей у пациентов. Несмотря на миллиардное финансирование исследований SARS-CoV-2, на современном этапе не изучены механизмы повреждения органов дыхания, печени и почек, а также не установлены причины изменений белой пульпы селезенки. Особенно опасно инфицирование для больных, имеющих тяжелые сопутствующие заболевания, в том числе онкологические [7]. Наличие двух штаммов SARS-CoV-2, отличающихся по своей активности в организме при COVID-19, а также 5 геномов, зарегистрированных в базе данных GenBank, свидетельствуют о трудностях на пути создания вакцины против данной вирусной инфекции. S. Kannan, Ali P. Shaik Syed, A. Sheeza, K. Hemalatha (2020) утверждают, что, хотя несколько животных предположительно являются резервуаром для COVID-19, резервуар для животных еще не подтвержден [8]. Анализ 160 образцов генома SARS-CoV-2, выделенных у заболевших людей, позволил установить, что разновидности коронавируса A и C распространены у европейцев и американцев, а в Восточной Азии наиболее распространена разновидность B. Противоречивыми являются данные о продолжительности иммунитета к вирусу SARS-CoV-2. Отсутствует этиотропное и патогенетически обоснованное лечение, заключающееся на современном этапе в симптоматических мероприятиях. Бесполезность применения ИВЛ в качестве реанимационных мероприятий также показала, что повреждение альвеолоцитов является следствием, а не причиной запуска каскада патологических реакций при COVID-19. Неизвестность в вопросе происхождения SARS-CoV-2, спекуляции о преднамеренной генной инженерии SARS-CoV-2 также не способствуют разработке эффективной стратегии в лечении пациентов с COVID-19, как и мер

профилактики инфекции. Учитывая скорость распространения заболевания, тяжесть течения, наличие групп риска, составляющих большую часть населения земного шара, решение вопросов патогенеза COVID-19 является на современном этапе наиболее актуальным. Каждый отдельный случай должен быть проанализирован, учтены все особенности течения и исхода заболевания на фоне сопутствующей патологии каждого пациента с COVID-19, чтобы в дальнейшем иметь фундаментальные основы для разработки эффективной стратегии профилактики, лечения и реабилитации пациентов, перенесших инфекцию. Реальные представления о полном ущербе, наносимом организму SARS-CoV-2, на современном этапе отсутствуют. Данные, полученные при анализе материала, взятого при вскрытиях, позволят решить вопрос, насколько в действительности опасна коронавирусная инфекция и ее последствия для организма человека. Обобщение небольшого количества данных о COVID-19 F. Jiang, L. Deng, L. Zhang, Y. Cai, C.W. Cheung, Z. Xia (2020) и наличие относительно минимального количества систематических исследований на основании результатов вскрытия умерших от COVID-19 в начале пандемии связано с опозданием данных о том, что вирус поражает не только легкие, но также иммунную систему и другие органы [9]. В настоящее время не хватает патоморфологических данных о новой коронавирусной полиорганной недостаточности.

Материалы и методы исследования

В работе проведен анализ и обсуждение результатов собственных исследований биоптатов 11 пациентов, умерших от COVID-19, вызванной SARS-CoV-2, с подтверждением PCR. Морфологический метод исследования заключался в изготовлении срезов из парафиновых блоков биоптатов органов жертв SARS-CoV-2 с последующей окраской гематоксилином и эозином в соответствии с классическим протоколом. Анализ препаратов и изготовление иллюстраций выполнены с помощью микроскопа Olympus Vx52 и цифровой камеры DP25.

Результаты исследования и их обсуждение

Клиническая характеристика и распределение материала по возрасту, полу, сопутствующей патологии и морфологическим проявлениям в тканях органов представлены в таблице.

Распределение материала

№ /пол	Возрастные группы	Контроль	Сопутствующая патология			Материал		Почки
			Ожирение/CD	Анемия	ССС патология	Печень	Лёгкие	
1. ж	26 лет	3		Анемия неуточненного генеза, Hb 65 г/л Эр. 2,23*10 ¹²	Атеросклероз аорты в стадии липоидоза	Гепатит	Двусторонняя субтотальная пневмония	Нефрит
2. ж	39 лет		Язвы желудка и кишечника	Анемия, эр. 2.12* 10 ¹² Hb 78 г/л	Атеросклероз аорты в стадии липоидоза, фрагментация кардиомиоцитов	Гепатолиенальная Т-клеточная лимфома IV Б стадии	Двусторонняя субтотальная пневмония с десквамативным компонентом в стадии организации, отек легких	Паренхиматозная дистрофия
3. м	41 год				Миокардит	Лимфо-гистiocитарный гепатит	Тотальная двусторонняя пневмония, острый респираторный дистресс-синдром: гиалиновые мембраны в ткани легких.	Гнойный нефрит, сепсис, инфаркт
4. ж	53 года				Лимфо-гистiocитарный миокардит	Паренхиматозная дистрофия	Двусторонняя тотальная пневмония с десквамативным компонентом, гиалиновые мембраны	Паренхиматозная дистрофия, очаговый некротический нефроз
5. ж	61 год				ГБ, гипертрофия левого желудочка (16 мм), атеросклероз аорты, коронарных и мозговых артерий в стадии липосклероза, атероматоза и кальциноза	Паренхиматозная дистрофия	Двусторонняя интерстициальная пневмония с десквамативным компонентом, стазы и сладжи крови в микрососудах легких, диапедезные микрокровоизлияния, отек легких и мозга, диапедезные интраальвеолярные кровоизлияния, эмфизема и дистелектазы легких	Паренхиматозная дистрофия, почечная недостаточность, мочевины 51,1 ммоль/л; креатинин в моче 153,3 мкмоль/л
6. м	64 года	Общее ожирение I-II степени	Общее ожирение I-II степени		Атеросклероз аорты, коронарных артерий в стадии атероматоза и атерокальциноза, гипертоническая болезнь, гипертрофия миокарда (толщина 16 мм), диффузный мелкоочаговый кардиосклероз	Паренхиматозная дистрофия	Двусторонняя тотальная пневмония с десквамативным компонентом, гиалиновые мембраны, отек легких	Паренхиматозная дистрофия Некротический нефроз
7. м	64 года	Общее ожирение II-III степени	Общее ожирение II-III степени		Атеросклероз аорты, коронарных и почечных артерий в стадии атероматоза и атерокальциноза, гипертоническая болезнь, гипертрофия миокарда (толщина 16 мм), диффузный мелкоочаговый кардиосклероз	Паренхиматозная дистрофия	Двусторонняя тотальная пневмония с десквамативным компонентом, гиалиновые мембраны, отек легких	Паренхиматозная дистрофия

Окончание таблицы										
№/пол	Возрастные группы	Контроль	Сопутствующая патология			Печень		Материал		Почки
			Ожирение/СД	Анемия	ССС патология	Печень	Лёгкие			
8. ж	71 год		Общее ожирение II степени, СД		Атеросклероз аорты, коронарных и почечных артерий в стадии атероматоза и атеросклероза, гипертоническая болезнь, гипертрофия миокарда (толщина 15 мм)	Паренхиматозная дистрофия	Паренхиматозная дистрофия	Двусторонняя субтотальная пневмония с десквамативным компонентом, гиалиновые мембраны, отек легких	Паренхиматозная дистрофия Некротический нефроз	
9. м	71 год				Фрагментация кардиомиоцитов. Атеросклероз аорты, коронарных артерий в стадии липосклероза и атерокальциноза. ГБ, гипертрофия левого желудочка 15 мм.	Паренхиматозная дистрофия	Паренхиматозная дистрофия, очаговый некротический нефроз	Двусторонняя субтотальная пневмония с десквамативным компонентом в стадии организации, диффузный пневмофиброз, отек легких, карнификация легких, очаговая плоскоклеточная метоплазия альвеолярного эпителия, эмфизема и дистелектазы легких, гиалиновые тромбы, стазы и сгустки крови в микро-сосудах легких, диapedезные интраальвеолярные кровоизлияния		
10. м	74 года		Общее ожирение II степени, СД		Атеросклероз аорты, коронарных артерий в стадии липосклероза и атерокальциноза. Гипертоническая болезнь, гипертрофия левого желудочка 15 мм	Жировая дистрофия печени	Некротический нефроз	Двусторонняя субтотальная пневмония с десквамативным компонентом, острый респираторный дистресс-синдром: стазы и сгустки крови в микро-сосудах легких, диapedезные интраальвеолярные кровоизлияния, гиалиновые мембраны, эмфизема и дистелектазы легких. Отек легких		
11. ж	85 лет		СД	Анемия, эр. $2.62 \cdot 10^{12}$, Hb76 г/л	Приобретенный субкомпенсированный комбинированный порок сердца: дегенеративный аортальный стеноз с недостаточностью, кардиомегалия (масса 430 г), гипертрофия левого (20 мм) и правого (15 мм) желудочков ГБ, постинфарктный кардиосклероз в задней стенке л. желудочка	Паренхиматозная дистрофия	Почечная недостаточность, паренхиматозная дистрофия ретенционные кисты креатинин до 524,7 мкмоль/л	Двусторонняя интерстициальная пневмония с десквамативным компонентом, пневмофиброз, рассеянный гемосидероз. Эмфизема и спайки в плевральной полости справа		
ИТОГО 11 бж/5м			4/3	3	11	11	11	11	11	

Анализ данных пациентов, умерших от COVID-19, показал, что все заболевшие имели патологические изменения в печени, почках и легких; у четырех было ожирение, у трех – сахарный диабет (СД), все (100%) пациенты имели поражение кровеносных сосудов, а у девяти и ранее наблюдалось повышенное артериальное давление и заболевания коронарных сосудов, в отличие от данных J.S. Rico-Mesa, A. White, A.S. Anderson (2020), указавших, что сердечно-сосудистая патология среди пациентов Уханя выявлена только в 12% случаев [10]. В наших исследованиях часто отмечались атеросклероз аорты и многоочаговое острое повреждение миоцитов сердца, гипертрофия левого желудочка с толщиной от 15 до 16 мм, кардиосклероз, в одном случае наблюдалась кардиомегалия с массой сердца 430 г, а также фрагментация кардиомиоцитов. Лимфоцитарный миокардит был зарегистрирован у одного пациента. Морфологические особенности острой пневмонии при COVID-19 у пациентов имели в части случаев характерные признаки острой интерстициальной пневмонии с диффузным альвеолярным повреж-

дением, в сочетании с микрососудистым поражением с внутри- и внесосудистым отложением фибрина, а также с образованием микротромбов в артериолах. В мелких сосудах наблюдались гиперплазия эндотелиоцитов, утолщение стенки сосуда, стенозы просветов и окклюзия. Крупные легочные тромбоэмболии с легочными инфарктами и кровоизлияниями отмечены у шести из одиннадцати пациентов. Также имелись множественные двусторонние сегментарные легочные тромбоэмболии с инфарктами и кровоизлияниями, в сочетании с характерной интерстициальной лимфоцитарной пневмонией с интраальвеолярными отложениями фибрина и отсутствием гиалиновых мембран, возможно, представляющих форму перехода к острой фибринозной и организирующей пневмонии. Также были отмечены двусторонняя интерстициальная пневмония, субтотальная и тотальная пневмония, соответственно у двух, пяти и четырех пациентов, которые характеризовались десквамативным компонентом, пневмофиброзом, рассеянным гемосидерозом, а также гранулами гемосидерина в цитоплазме макрофагов (рис. 1).

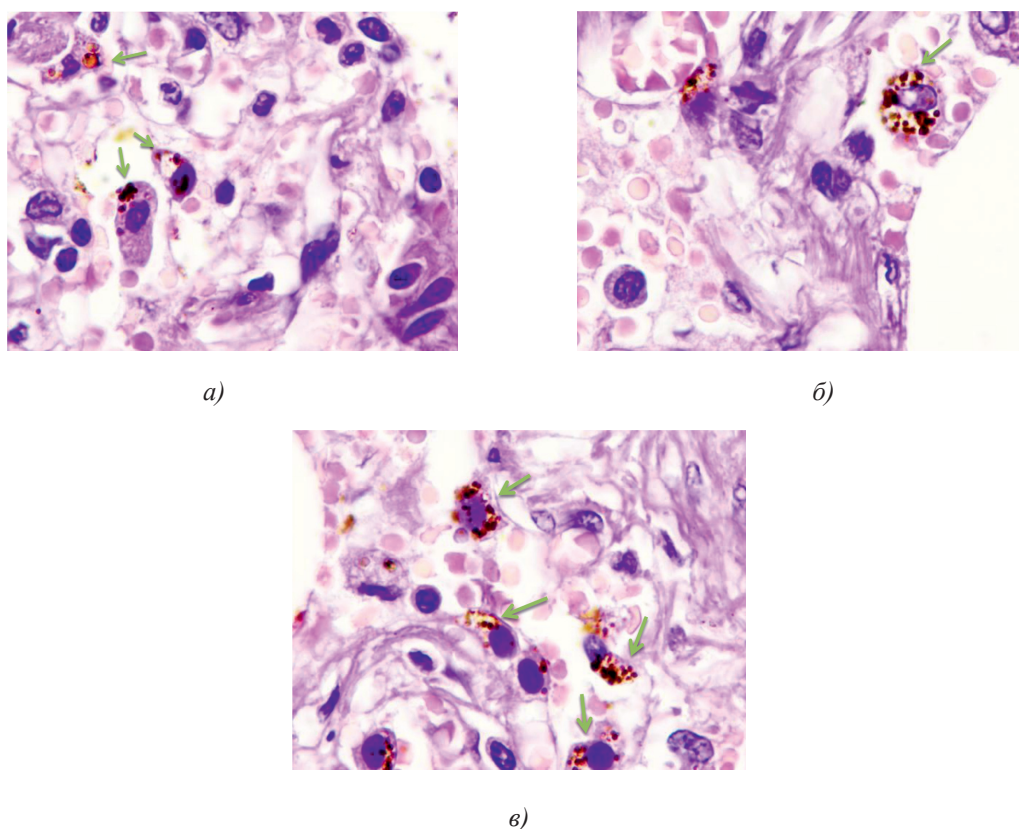


Рис. 1. Легочная интерстициальная гистопатологическая биопсия пациентов с COVID-19: а) 41 год, б) 53 года, в) 74 года. Стрелками зелёного цвета указаны макрофаги с гранулами гемосидерина. Окраска гематоксилином и эозином. Микрофото. Ув. x400

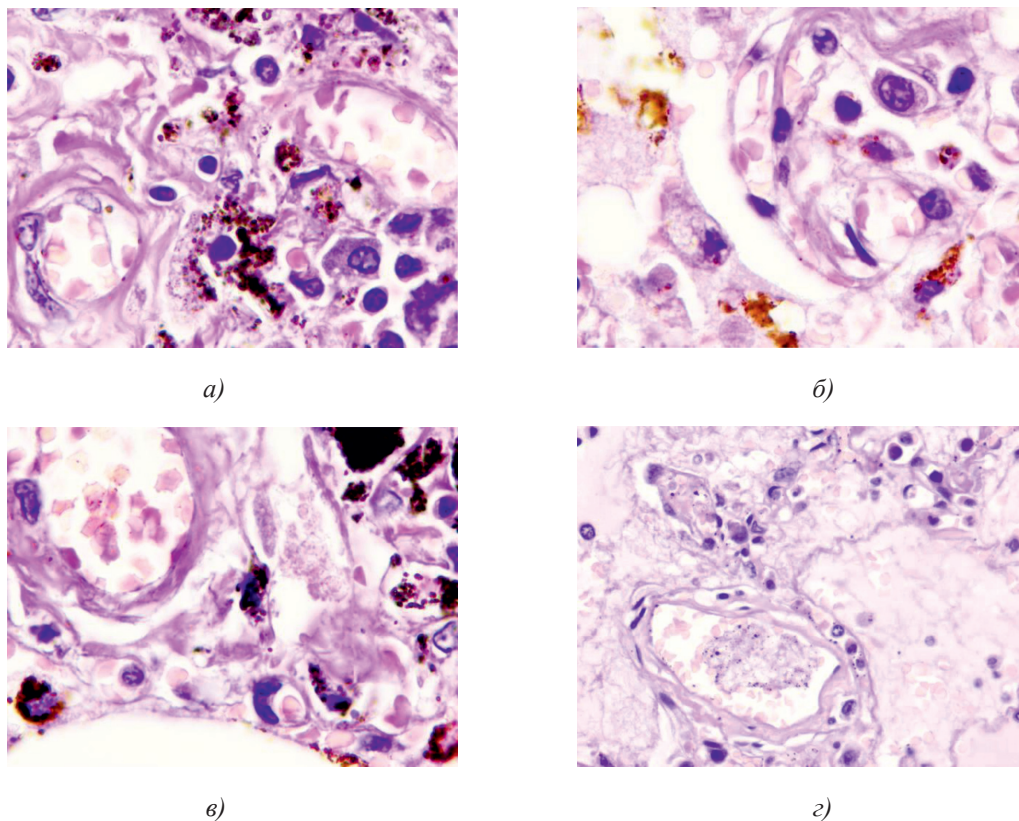


Рис. 2. Легочная интерстициальная гистопатологическая биопсия пациентов с COVID-19: а) 64 года, б) 71 год, в) 74 года, г) 85 лет. Стенки сосудов утолщены, эндотелий отсутствует, гипертрофированы перициты. Указаны макрофаги с гранулами гемосидерина. Окраска гематоксилином и эозином. Микрофото. Ув. x400

Также в поле зрения определялись сосуды с гипоплазией эндотелия, гипертрофией эндотелия и перицитов в расщеплениях утолщенной мембраны (рис. 2).

В некоторых исследованиях наблюдались эмфизема и спайки в плевральной полости. Также нами установлено, что на срезах биоптатов легких, печени, почек во всех случаях при летальных исходах в результате заражения SARS-CoV-2 присутствуют патологические изменения всех структур, составляющих гематотканевые барьеры, ведущие к полиорганной недостаточности. Патоморфологические изменения у погибших от COVID-19 лиц молодого возраста (26 и 39 лет), а также пациентки старшей возрастной группы (85 лет) имеют особенности, связанные с анемией. В дополнение к серьезной легочной патологии, в трех случаях нами было обнаружено многоочаговое острое повреждение кардиомиоцитов без воспалительных клеточных инфильтратов, истощение белой пульпы селезенки, очаговая гепатоцеллюлярная дегенерация и клубочковый капиллярный тромбоз.

Наличие сердечно-сосудистой патологии было также отмечено L.M. Buja, D.A. Wolf, B. Zhao с соавторами (2020) [11]. 4 пациента страдали ожирением и СД. Кроме того, у некоторых пациентов с COVID-19 также были выявлены неврологические признаки, такие как головная боль, тошнота и рвота. В целом результаты вскрытия подтверждают концепцию, согласно которой патогенез COVID-19 включает повреждение нескольких органов, включая сердце и легкие.

Заключение

Полученные данные подтверждают, что COVID-19 является системным заболеванием с обширным поражением не только легких и сердца, но и всех систем органов. L. Zhang, Y. Jiang, M. Wei, B.H. Cheng, X.C. Zhou, J. Li, J.H. Tian, L. Dong, R.H. Hu (2020) не установили инфицирования новорожденных от беременных женщин с COVID-19 [12]. По мнению Y.C. Li, W.Z. Bai, T.J. Hashikawa (2020), Y. Wu, X. Xu, Z. Chen, J. Duan, K. Hashimoto, L. Yang, C. Liu, C. Yang (2020), все

больше доказательств того, что коронавирусы не всегда ограничиваются поражением только дыхательного тракта и что они также могут поражать центральную нервную систему, вызывая неврологические заболевания [13, 14]. Сообщалось об инфицировании мозга вирусами SARS-COV-2 при тяжёлых формах COVID-19, как пациентов, так и экспериментальных животных, при этом ствол мозга был наиболее сильно инфицирован [15]. Кроме того, было продемонстрировано, что некоторые коронавирусы могут распространяться через синапс-связанный путь к медуллярному кардиореспираторному центру от механорецепторов и хеморецепторов в легких и нижних дыхательных путях.

По данным В. Shanmugaraj, К. Siriwananon, К. Wangkanont, W. Phoolcharoen (2020), некоторые клинические, генетические и эпидемиологические особенности SARS – COVID-19 напоминают инфекцию SARS-CoV, которая после десятилетнего исследования коронавируса по-прежнему не имеет лицензированных вакцин или эффективных терапевтических средств для лечения коронавирусной инфекции, что подчеркивает настоятельную необходимость разработки эффективных вакцин или постконтактной профилактики для предотвращения будущих эпидемий [16]. Следовательно, достижения в области лечения SARS-CoV могут помочь научному сообществу в быстром понимании патогенеза этого вируса и разработать эффективные терапевтические / профилактические средства для лечения и профилактики этой инфекции. Исследование китайских ученых Y. Wang, Y. Wang, Y. Chen, Q. Qin (2019) показало, что большинство пациентов (80,9%) считаются бессимптомными или имеют легкую форму пневмонии, но опасны тем, что выделяют большое количество вирусов на ранней стадии инфекции, что создает огромные проблемы для сдерживания распространения COVID-19 [17]. Это свидетельствует о необходимости интенсивных исследований SARS-CoV-2 для решения вопросов патогенных механизмов и эпидемиологических характерных особенностей, а также для определения потенциальных лекарственных мишеней, которые будут способствовать разработке эффективных стратегий профилактики и лечения.

Список литературы

1. Joob B., Wiwanitkit V. Pulmonary Pathology of Early Phase 2019 Novel Coronavirus Pneumonia. *J. Thorac. Oncol.* 2020. V. 15 (5). P. e67. DOI: 10.1016/j.jtho.2020.03.013.
2. Tian S., Xiao S.Y. Pathology of 2019 Novel Coronavirus Pneumonia: A Dynamic Disease Process. *J. Thorac. Oncol.* 2020. V. 15 (5). P. e67-e68. DOI: 10.1016/j.jtho.2020.03.015.
3. She J., Liu L., Liu W. COVID-19 epidemic: Disease characteristics in children. *J. Med. Virol.* 2020. V. 92 (7). P. 747–754. DOI: 10.1002/jmv.25807.
4. Ahn D.G., Shin H.J., Kim M.H., Lee S., Kim H.S., Myoung J., Kim B.T., Kim S.J. Current Status of Epidemiology, Diagnosis, Therapeutics, and Vaccines for Novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *J. Microbiol. Biotechnol.* 2020. V. 30 (3). P. 313–324. DOI: 10.4014/jmb.2003.03011.
5. Yang L., Tian D., Liu W. Strategies for vaccine development of COVID-19. *Sheng Wu Gong Cheng Xue Bao.* 2020. V. 36 (4). P. 593–604. DOI: 10.13345/j.cjb.200094.
6. Madabhavi I., Sarkar M., Kadakol N. COVID-19: a review. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2020. V. 90 (2). DOI: 10.4081/monaldi.2020.1298.
7. Tian S., Hu W., Niu L., Liu H., Xu H., Xiao S.Y. Pulmonary Pathology of Early-Phase 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pneumonia in Two Patients With Lung Cancer. *J. Thorac. Oncol.* 2020. V. 15 (5). P. 700–704. DOI: 10.1016/j.jtho.2020.02.010.
8. Kannan S., Shaik Syed Ali P., Sheeza A., Hemalatha K.. COVID-19 (Novel Coronavirus 2019) – recent trends. *Eur. Rev. Med. Pharmacol Sci.* 2020. V. 24 (4). P. 2006–2011. DOI: 10.26355/eurrev_202002_20378.
9. Jiang F., Deng L., Zhang L., Cai Y., Cheung C.W., Xia Z. Review of the Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Version 2. *J. Gen Intern Med.* 2020 May. V. 35(5). P. 1545–1549. DOI: 10.1007/s11606-020-05762-w.
10. Rico-Mesa J.S., White A., Anderson A.S. Outcomes in Patients with COVID-19 Infection Taking ACEI/ARB. *Curr. Cardiol. Rep.* 2020 Apr 14. V. 22 (5). P. 31. DOI: 10.1007/s11886-020-01291-4.
11. Buja L.M., Wolf D.A., Zhao B., Akkanti B., McDonald M., Lelenwa L., Reilly N., Ottaviani G., Elghetany M.T., Trujillo D.O., Aisenberg G.M., Madjid M., Kar B. The emerging spectrum of cardiopulmonary pathology of the coronavirus disease 2019 (COVID-19): Report of 3 autopsies from Houston, Texas, and review of autopsy findings from other United States cities. *Cardiovasc Pathol.* 2020 Sep-Oct; 48:107233. DOI: 10.1016/j.carpath.2020.107233.
12. Zhang L., Jiang Y., Wei M., Cheng B.H., Zhou X.C., Li J., Tian J.H., Dong L., Hu R.H. Analysis of the pregnancy outcomes in pregnant women with COVID-19 in Hubei Province. *Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi.* 2020 Mar 25. V. 55(3). P. 166–171. DOI: 10.3760/cma.j.cn112141-20200218-00111.
13. Li Y.C., Bai W.Z., Hashikawa T.J. The neuroinvasive potential of SARS-CoV2 may play a role in the respiratory failure of COVID-19 patients. *Med. Virol.* 2020 Jun. V. 92(6). P. 552–555. DOI: 10.1002/jmv.25728.
14. Wu Y., Xu X., Chen Z., Duan J., Hashimoto K., Yang L., Liu C., Yang C. Nervous system involvement after infection with COVID-19 and other coronaviruses. *Brain Behav Immun.* 2020 Jul. V. 87. P. 18–22. DOI: 10.1016/j.bbi.2020.03.031.
15. Sun P., Lu X., Xu C., Sun W., Pan B. Understanding of COVID-19 based on current evidence. *J. Med. Virol.* 2020 Jun. V. 92(6). P. 548–551. DOI: 10.1002/jmv.25722.
16. Shanmugaraj B., Siriwananon K., Wangkanont K., Phoolcharoen W. Perspectives on monoclonal antibody therapy as potential therapeutic intervention for Coronavirus disease-19 (COVID-19). *Asian. Pac. J. Allergy Immunol.* 2020 Mar. V. 38(1). P. 10–18. DOI: 10.12932/AP-200220-0773.
17. Wang Y., Wang Y., Chen Y., Qin Q. Unique epidemiological and clinical features of the emerging 2019 novel coronavirus pneumonia (COVID-19) implicate special control measures. *J. Med. Virol.* 2020 Jun. V. 92(6). P. 568–576. DOI: 10.1002/jmv.25748.

УДК 618.3:618.14-006.36-089

**МИОМА МАТКИ: ЧАСТОТА И ПРОГНОЗ ОПЕРАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ НЦОМИД)****Самигуллина А.Э., Агайдаров Р.Д.***НЦОМИД МЗ КР «Национальный центр охраны материнства и детства»**Министерства Здравоохранения Кыргызской Республики, Бишкек, e-mail: samigullina.68@mail.ru*

Проблема миомы матки у женщин фертильного возраста не теряет своей актуальности во всем мире, и клиницисты практического здравоохранения сосредоточены на максимально эффективных, наиболее щадящих методах лечения миом с применением органосохраняющих технологий с целью восстановления репродуктивной функции. В Кыргызской Республике исследований, посвященных данному направлению, не проводилось. Цель исследования – изучить частоту и тенденции хирургической тактики при лечении миомы матки. На базе КРД НЦОМИД в отделении гинекологии проведено ретроспективное когортное исследование, путем изучения историй болезни женщин фертильного возраста, получивших оперативное лечение по поводу миомы матки. Проведенный анализ частоты хирургической тактики терапии миом матки за 2010–2019 гг. установил: рост частоты хирургической активности в отделении гинекологии за анализируемый 10-летний период в 1,3 раза (с 2010 г. – 1295 случаев до 1620 случаев в 2019 г.). В среднем в год 4,6 на 100 женщин фертильного возраста оперируются с диагнозом миома матки. Среднесрочный прогноз указывает на дальнейший рост лапаротомных ампутаций матки до 3,3 на 100 женщин и лапаротомных консервативных миомэктомий до 2,7 соответственно к 2024 г. Для лапароскопических ампутаций матки и консервативных миомэктомий характерно снижение показателей до 2022 г., полученные данные указывают на необходимость пересмотра тактики хирургических вмешательств с акцентом на органосохраняющие и малоинвазивные методы лечения миом матки для сохранения репродуктивного потенциала у женщин фертильного возраста.

Ключевые слова: хирургическая активность, миома матки, частота, динамический ряд, прогноз, Кыргызская Республика

**UTERINE FIBROUS: FREQUENCY AND FORECAST
OF OPERATIONAL ACTIVITY (FOR EXAMPLE NCMCW)****Samigullina A.E., Agaydarov R.D.***National Center for Maternal and Child Welfare of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic,
Bishkek, e-mail: samigullina.68@mail.ru*

The problem of uterine fibroids in women of fertile age does not lose its relevance all over the world, and practical healthcare clinicians focus on the most effective, most sparing methods of treating fibroids using organ-preserving technologies in order to restore reproductive function. In the Kyrgyz Republic, there have been no studies devoted to this direction. The aim of the study was to study the frequency and trends of surgical tactics in the treatment of uterine fibroids. A retrospective cohort study was conducted at the Department of Gynecology on the basis of the CMH NCMCW, by studying the case histories of women of fertile age who received surgical treatment for uterine fibroids. The analysis of the frequency of surgical tactics in the treatment of uterine fibroids for the period 2010-2019. found: an increase in the frequency of surgical activity in the department of gynecology for the analyzed 10-year period by 1.3 times (from 2010 – 1295 cases to 1620 cases in 2019). On average, 4.6 per 100 women of fertile age are operated on with a diagnosis of uterine fibroids per year. The mid-term prognosis indicates a further increase in laparotomic uterine amputations to 3.3 per 100 women and laparotomic conservative myomectomies to 2.7, respectively, by 2024. For laparoscopic uterine amputations and conservative myomectomies, a decrease in indicators is characteristic until 2022. The data obtained indicate the need to revise the tactics of surgical interventions with an emphasis on organ-preserving and minimally invasive methods of treating uterine fibroids to preserve reproductive potential in women of fertile age.

Keywords: surgical activity, uterine myoma, frequency, time series, prognosis, Kyrgyz Republic

Проблема миомы матки у женщин фертильного возраста не теряет своей актуальности во всем мире, и клиницисты практического здравоохранения сосредоточены на максимально эффективных, наиболее щадящих методах лечения миом с применением органосохраняющих технологий с целью восстановления репродуктивной функции [1, 2].

Среди женщин, оперируемых по поводу миомы матки, каждая четвертая находится в возрасте до 40 лет, что требует широкого

применения щадящих органосохраняющих оперативных вмешательств, а с внедрением в современную практику акушеров-гинекологов эндоскопических технологий возможность врачей значительно расширилась [3, 4].

В своей работе Е.А. Соснова с соавт. (2017) подчеркивают, что большое значение в лечении миомы матки имеет желание женщины в полном объеме сохранить свою репродуктивную функцию. Очевидно, что это полностью исключает исполь-

зование таких радикальных подходов, как гистерэктомия [5].

Тактикой оперативного лечения в последние годы является раннее хирургическое вмешательство, основанное на принципе минимальной хирургической травмы с дополнительным использованием консервативной терапии. Данный принцип коренным образом отличается от принятой ранее выжидательной тактики ведения пациентов с лейомиомой матки [6].

В Кыргызской Республике консервативная миомэктомия широко проводится в последние 15 лет, накоплен значительный материал. Однако анализ его практически не проводился, не проводилась оценка целесообразности и возможности консервативной миомэктомии у женщин с впервые выявленной миомой матки во время наступившей желанной беременности [7].

Несмотря на длительную историю изучения данного вопроса, проблема терапии женщин с миомой матки фертильного возраста остается в центре внимания как отечественных, так и зарубежных исследователей. Учитывая заинтересованность женщин с миомой матки в сохранении своего репродуктивного потенциала, исследования, посвященные анализу частоты встречаемости, тенденциям и прогнозу хирургической активности при данной патологии, представляют большой научный интерес.

Цель исследования: изучить частоту и тенденции хирургической тактики при лечении миомы матки.

Материалы и методы исследования

База исследования – гинекологическое отделение клинического родильного дома третичного уровня здравоохранения (Национальный центр охраны материнства и детства Министерства здравоохранения Кыргызской Республики).

Дизайн исследования – ретроспективное когортное исследование.

Путем выкопировки в КРД НЦОМид получены данные в абсолютных цифрах о количестве обратившихся в отделение гинекологии на оперативное лечение женщин с миомой матки за период 2010–2019 гг.

Частоту оперативной активности по поводу миом матки в отделении гинекологии оценили анализом динамического ряда с расчетом показателей абсолютного прироста, показателя наглядности, показателя роста, темпа прироста и значения 1% прироста, выравнивание динамического ряда произведено путем вычисления скользящей средней и метода укрупнения интервала. Вычислялись интенсивные показатели $R \pm m$ и экстенсивные показатели удельно-

го веса. Ранговая значимость вычислялась коэффициентом ранговой корреляции Спирмена. Для статистической оценки достоверности были выбраны: t-тест (*Стьюдента*) – для сравнения непрерывных переменных.

Среднесрочный прогноз до 2024 г. рассчитан путем изучения зависимости Y от X . На этапе спецификации выбрана парная линейная регрессия. Параметры регрессии оценены методом наименьших квадратов. Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера.

Параметры уравнения вычислены с помощью метода наименьших квадратов, по формуле $y = at + b$. Для создания модели ориентировочного прогноза была использована компьютерная система МАТЛАБ, с помощью которой на основе оценки тенденции и цикличности найдены коэффициенты линейной зависимости. Критерии связи оценены по шкале Чеддока. В нашем примере связь между признаком Y и фактором X весьма высокая и прямая. Кроме того, коэффициент линейной парной корреляции определен через коэффициент регрессии (r). Качество полученного уравнения проверено значимостью коэффициентов и критерием Стьюдента, значимость уравнения в целом коэффициентов критерием Фишера (F-статистика) – эмпирическим корреляционным отношением, коэффициентом детерминации.

Коэффициент эластичности вычисляли по формуле

$$E = \frac{\partial y}{\partial x} \frac{x}{y} = b \frac{x}{y}$$

Эмпирическое корреляционное отношение рассчитали по формуле

$$\eta = \sqrt{\frac{\sum (\bar{y} - y_x)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Фактическое значение критерия Фишера (F-статистика) определили по формуле

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \frac{n - m - 1}{m}$$

Оценка качества построенной модели проверена гетероскедастичностью, тестом Спирмена и Голдфелда – Квандта.

Эмпирическое корреляционное отношение (η) оценивалось по шкале Чеддока:

- 0,1 < η < 0,3 – слабая;
- 0,3 < η < 0,5 – умеренная;
- 0,5 < η < 0,7 – заметная;
- 0,7 < η < 0,9 – высокая;
- 0,9 < η < 1,0 – весьма высокая.

Ранговая значимость вычислялась коэффициентом ранговой корреляции Спирмена по формуле

$$p = 1 - \frac{\sum 6d^2 + A + B}{n^3 - n}$$

В качестве значений вероятности безошибочного прогноза были выбраны критерии статической значимости ошибки – менее 5% двусторонняя ($p < 0,05$), при 95% доверительном интервале, и статистической мощности – 80%-ная мощность.

Для проведения статистической обработки полученных данных использован доступный в онлайн-режиме свободный программный пакет Центра по контролю Заболеваемости США OpenEpi 3.03.

Авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов в статье.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 представлены данные о количестве операций, проведенных в отделении гинекологии клинического родильного дома Национального центра охраны материнства и детства (КРД НЦОМид) за 2010–2019 гг. Из представленных данных видно, что в базовый 2010 год было прооперировано 1295 женщин с различной гинекологической патологией, в последующие годы наблюдается рост хирургической активности до 1620 женщин в 2019 г., что в 1,3 раза выше показателя базового года. При этом следует выделить два года с наиболее высокими показателями, какими были 2017 г., когда показатель был выше базового уровня в 1,5 раза (1931 операций), и 2018 г. – в 1,7 раз (2190 операций).

Как видно из таблицы, число лапаротомных оперативных вмешательств за анали-

зируемый период составляет 82,3%. Внедрение лапароскопического метода оперативного вмешательства произошло в отделении гинекологии в 2011 г., и на долю данного метода за анализируемый период приходилось всего 17,7%.

За 10-летний период число лапаротомных операций с незначительными колебаниями в отдельные годы остается стабильным (2010 г. – 1295 операций и 2019 г. – 1255 операций в год).

Лапароскопический хирургический метод имеет тенденцию роста в 2,5 раза (2011 г. – 149 операций и 2019 г. – 365 операций в год), $p < 0,001$. Пик хирургической активности данным методом приходится на 2017 г. (505 операций), что в 3,4 раза выше базового 2011 г., $p < 0,001$ и 2018 г. (599 операций), что в 4,0 раза выше 2011 г., $p < 0,001$.

Далее в табл. 2 нами представлены данные хирургической активности, по поводу миом матки у женщин фертильного возраста из общего числа проведенных операций отделения гинекологии клинического родильного дома НЦОМид за 10-летний период. За данный период были прооперированы 704 женщины с диагнозом миома матки. В 2010 г. хирургическому методу лечения подверглись 45 женщин с последующим статистически значимым ростом в 1,9 раз до 87 женщин в 2019 г., $p < 0,001$. Лапароскопические ампутации матки у женщин с миомой матки начали проводиться в гинекологическом отделении с 2015 г., в 2015 г. у 10 женщин с дальнейшим неоднозначным волнообразным течением данного процесса. Консервативные миомэктомии лапароскопическим доступом внедрены в отделение с 2013 г., в 2013 г. у четырех женщин с последующим также волнообразным течением до 2019 г.

Таблица 1
Хирургическая активность в отделении гинекологии КРД НЦОМид МЗ КР (абс.)

Годы	Лапаротомные	Лапароскопические	Всего
2010	1295	–	1295
2011	1161	149	1310
2012	1240	128	1368
2013	1232	198	1430
2014	1115	206	1321
2015	1054	313	1367
2016	1170	242	1412
2017	1426	505	1931
2018	1591	599	2190
2019	1255	365	1620
Всего	12539	2705	15244

В табл. 3 представлены данные динамического ряда за период 2010–2019 гг. частоты оперативных вмешательств по поводу миомы матки из общего числа хирургической активности гинекологического отделения КРД НЦОМид. За анализируемый период в среднем в год из общего числа оперативных вмешательств на хирургическое лечение миом матки приходится 4,6%. При этом статистически значимо в 1,5 раза растет хирургическая активность по поводу миом матки у женщин фертильного возраста за 10-летний период (2010 г. – $3,5 \pm 0,5$ на 100 женщин и 2019 г. – $5,4 \pm 0,6$ соответственно), $p < 0,001$. Только 2012 г. имеет показатель ниже базового 2010 г. (2012 г. – $3,0 \pm 0,5$ на 100 женщин), в остальные годы данный показатель выше базового 2010 г. Методом укрупнения интервала выявлен период 2014–2017 гг. составляющий пик оперативных вмешательств. Показатель наглядности ниже базового уровня только

в 2012 г. и равен 85,7%. Показатель роста выявил 4 года с динамикой снижения оперативных вмешательств по поводу миомы матки, такими были 2012 (63,8%), 2015 (98,2%), 2017 (84,5%) и 2018 гг. (77,6%). Темп роста имеет отрицательную динамику в эти же годы (2012 г. – 36,2%, 2015 г. – 1,8%, 2017 г. – 15,5% и 2018 г. – 22,4%). При расчете значения 1% прироста выявлены 3 года с 0,1% приростом (2015–2017 гг.).

Полученные в исследовании данные легли в основу расчета среднесрочного прогноза оперативных вмешательств по поводу миомы матки у женщин фертильного возраста (рис. 1). Несмотря на снижение показателя в 2012 г. и 2018 г. отмечается тенденция дальнейшего роста числа оперативных вмешательств у женщин с миомой матки. С базового уровня 2010 г. – 3,5 на 100 женщин к 2024 г. показатель составит 6,8 на 100 женщин фертильного возраста ($r = 0,5$; $t = 3,2$; $r^2 = 0,3$).

Таблица 2

Хирургическое лечение миомы матки в КРД НЦОМид МЗ КР в 2010–2019 гг. из общего числа оперативных вмешательств (на 100 женщин)

Годы	Ампутации				Консервативные миомэктомии				Всего	
	Лапаротомные		Лапароскопические		Лапаротомные		Лапароскопические			
	Абс.	$P \pm mp$	Абс.	$P \pm mp$	Абс.	$P \pm mp$	Абс.	$P \pm mp$	Абс.	$P \pm mp$
2010	30	$2,3 \pm 0,4$	–	–	15	$1,2 \pm 0,3$	–	–	45	$3,5 \pm 0,5$
2011	28	$2,4 \pm 0,5$	–	–	34	$2,9 \pm 0,5$	–	–	62	$4,7 \pm 0,6$
2012	15	$1,2 \pm 0,3$	–	–	26	$2,1 \pm 0,4$	–	–	41	$3,0 \pm 0,5$
2013	27	$2,2 \pm 0,4$	–	–	29	$2,4 \pm 0,4$	4	$2,0 \pm 1,0$	60	$4,2 \pm 0,5$
2014	25	$2,2 \pm 0,4$	–	–	36	$3,2 \pm 0,5$	13	$6,3 \pm 1,7$	74	$5,6 \pm 0,6$
2015	31	$2,9 \pm 0,5$	10	$3,2 \pm 1,0$	31	$2,9 \pm 0,5$	3	$1,0 \pm 0,6$	75	$5,5 \pm 0,6$
2016	45	$3,9 \pm 0,6$	6	$2,5 \pm 1,0$	26	$2,2 \pm 0,4$	5	$2,1 \pm 0,9$	82	$5,8 \pm 0,6$
2017	33	$2,3 \pm 0,4$	12	$0,8 \pm 0,2$	34	$2,4 \pm 0,4$	15	$3,0 \pm 0,8$	94	$4,9 \pm 0,5$
2018	47	$3,0 \pm 0,4$	9	$1,5 \pm 0,5$	18	$1,1 \pm 0,3$	10	$1,7 \pm 0,5$	84	$3,8 \pm 0,4$
2019	39	$3,1 \pm 0,5$	5	$1,4 \pm 0,6$	37	$3,0 \pm 0,5$	6	$1,6 \pm 0,7$	87	$5,4 \pm 0,6$

Таблица 3

Анализ динамического ряда частоты хирургического лечения женщин, фертильного возраста с миомой матки в отделении гинекологии КРД НЦОМид из общего числа оперативных вмешательств за 2010–2019 гг. (на 100 женщин)

Годы	$P \pm mp$	Метод скользящей средней	Метод укрупнения интервала	Абсолютный прирост	Показатель наглядности, %	Показатель роста, %	Темп роста, %	Значение 1% прироста
2010	$3,5 \pm 0,5$	4,1	4,1	–	100,0	–	–	–
2011	$4,7 \pm 0,6$	3,7		1,2	134,3	134,3	34,3	0,0
2012	$3,0 \pm 0,5$	4,0	3,6	-1,7	85,7	63,8	-36,2	0,0
2013	$4,2 \pm 0,5$	4,3		1,2	120,0	140,0	40,0	0,0
2014	$5,6 \pm 0,6$	5,1	5,5	1,4	160,0	133,3	33,3	0,0
2015	$5,5 \pm 0,6$	5,6		-0,1	157,1	98,2	-1,8	0,1
2016	$5,8 \pm 0,6$	5,4	5,3	0,3	165,7	105,5	5,5	0,1
2017	$4,9 \pm 0,5$	4,8		-0,9	140,0	84,5	-15,5	0,1
2018	$3,8 \pm 0,4$	4,7	4,6	-1,1	108,6	77,6	-22,4	0,0
2019	$5,4 \pm 0,6$	4,8		1,6	154,3	142,1	42,2	0,0

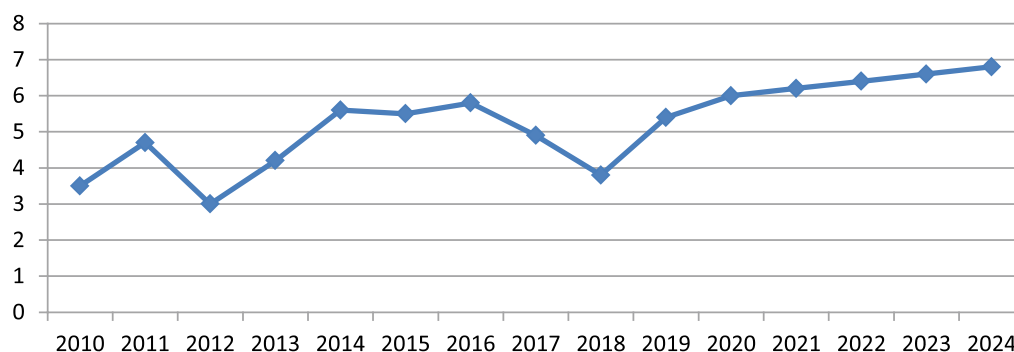


Рис. 1. Среднесрочный прогноз оперативных вмешательств по поводу миомы матки у женщин фертильного возраста в отделении гинекологии КРД НЦОМиД (на 100 женщин)

Таблица 4

Анализ динамического ряда частоты лапаротомных ампутаций матки у женщин фертильного возраста с миомой матки в отделении гинекологии КРД НЦОМиД из общего числа оперативных вмешательств за период 2010–2019 гг. (на 100 женщин)

Годы	$P \pm mp$	Метод скользящей средней	Метод укрупнения интервала	Абсолютный прирост	Показатель наглядности, %	Показатель роста, %	Темп роста, %	Значение 1% прироста
2010	2,3	2,6	2,3	–	100,0	–	–	–
2011	2,4	2,0		0,1	104,3	104,3	4,3	0,0
2012	1,2	1,9	1,7	-1,2	52,2	50,0	-50,0	0,0
2013	2,2	1,9		1,0	95,7	183,3	83,3	0,0
2014	2,2	2,4	2,5	0,0	95,7	100,0	0,0	0,0
2015	2,9	3,0		0,7	126,1	131,8	31,8	0,0
2016	3,9	3,0	3,1	1,0	169,6	134,5	34,5	0,0
2017	2,3	3,1		-1,6	100,0	59,0	-41,0	0,0
2018	3,0	2,8	3,0	0,7	130,4	130,4	30,4	0,0
2019	3,1	3,2		0,1	103,3	103,3	3,3	0,0

Рассматривая частоту лапаротомных ампутаций матки, связанных с миомой матки, у женщин фертильного возраста, следует отметить, что в 2010 г. показатель был равен 2,3 на 100 женщин, имея неоднозначную тенденцию с периодами подъема и снижения показателя, к 2019 г. он составил 3,1 на 100 женщин (табл. 4), за данный период отмечается рост в 1,4 раза. Методом скользящей средней было выявлено, что после 2010 г. в период 2011–2014 гг. отмечается снижение данного показателя с дальнейшим 3-летним периодом роста (2015–2017 гг.). Однако метод укрупнения интервала позволил выявить 2012–2013 гг. (1,7 на 100 женщин), на которые приходится снижение показателя и последующий рост, вплоть до 2019 г.

Показатель наглядности выделил 3-летний интервал с уровнем показателя ниже базового 2010 г., таковыми стали 2012 г. – 52,2%, 2013 г. – 95,7% и 2014 г. – 95,7%, в остальные годы отмечается рост пока-

зателя в сравнении с базовым годом. При расчете показателя роста выявлены годы снижения в сравнении с предыдущим годом, которые приходятся на 2012 г. (50,0%) и 2017 г. (59,0%). Аналогично темп роста показателя выявил отрицательную динамику в эти же годы (2012 г. – 50,0% и 2017 г. – 41,0%). Однако значение 1% прироста имеет 0,0% показатель за весь анализируемый 10-летний период.

Среднесрочный прогноз, рассчитанный на основе полученных в исследовании данных (рис. 2), указывает на дальнейший рост частоты лапаротомных ампутаций матки по поводу миомы матки у женщин фертильного возраста, и к 2024 г. данный показатель составит 3,3 на 100 женщин ($r = 0,6$; $t = 2,3$; $r^2 = 0,3$).

Внедрение лапароскопических ампутаций матки у женщин позднего репродуктивного возраста с диагнозом миома матки в отделении гинекологии КРД НЦОМиД произошло в 2015 г. Анализ

динамического ряда за 5-летний период указывает (табл. 5), что в 2015 базовом году данных вмешательств было произведено 3,2 на 100 женщин фертильного возраста, именно базовый год имеет наиболее высокий показатель, в дальнейшие годы происходит снижение показателя до 1,4 на 100 женщин в 2019 г., снижение в 2,3 раза, $p < 0,001$.

Метод скользящей средней позволил выделить 2019 г., когда после 4-летнего снижения показателя происходит рост оперативных вмешательств (1,6 на 100 женщин), однако данный показатель ниже базового уровня в 2,1 раза, $p < 0,001$. Методом укрупнения интервала видна динамика снижения показателя в центре анализируемого периода с последующим ростом к 2019 г.

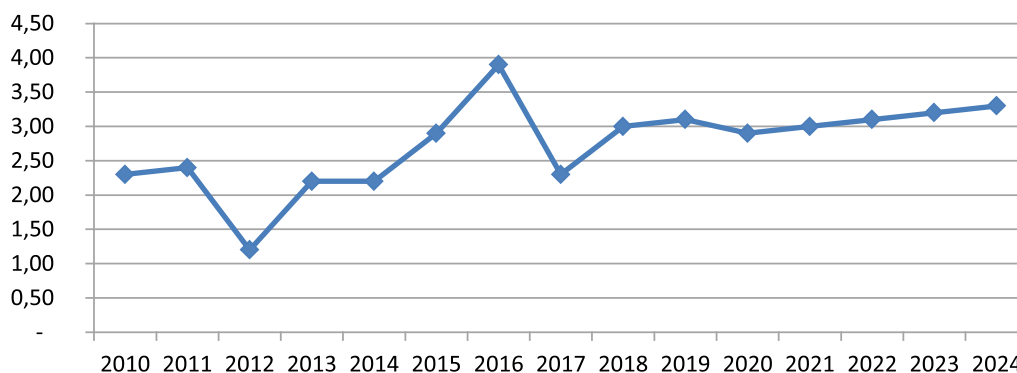


Рис. 2. Среднесрочный прогноз лапаротомных ампутаций матки по поводу миомы матки у женщин фертильного возраста в отделении гинекологии КРД НЦОМиД (на 100 женщин)

Таблица 5

Анализ динамического ряда частоты лапароскопических ампутаций матки у женщин фертильного возраста с миомой матки в отделении гинекологии КРД НЦОМиД из общего числа оперативных вмешательств за период 2010–2019 гг. (на 100 женщин)

Годы	$P \pm m_p$	Метод скользящей средней	Метод укрупнения интервала	Абсолютный прирост	Показатель наглядности, %	Показатель роста, %	Темп роста, %	Значение 1% прироста
2015	3,2	3,4	2,9	–	100,0	–	–	–
2016	2,5	2,2		-0,7	78,1	78,1	-21,9	0,0
2017	0,8	1,6	1,1	-1,7	25,0	32,0	-68,0	0,0
2018	1,5	1,2		0,7	46,9	187,5	87,5	0,0
2019	1,4	1,6	1,4	-0,1	43,7	93,3	-6,7	0,0

Таблица 6

Анализ динамического ряда частоты лапаротомных консервативных миомэктомий у женщин фертильного возраста с миомой матки в отделении гинекологии КРД НЦОМиД из общего числа оперативных вмешательств за период 2010–2019 гг. (на 100 женщин)

Годы	$P \pm m_p$	Метод скользящей средней	Метод укрупнения интервала	Абсолютный прирост	Показатель наглядности, %	Показатель роста, %	Темп роста, %	Значение 1% прироста
2010	1,2	1,8	2,0	–	100,0	–	–	–
2011	2,9	2,1		1,7	241,7	241,7	141,7	0,0
2012	2,1	2,5	2,3	-0,8	175,0	72,4	-27,6	0,0
2013	2,4	2,6		0,3	200,0	114,3	14,3	0,0
2014	3,2	2,8	3,0	0,8	266,7	133,3	33,3	0,0
2015	2,9	2,8		-0,3	241,7	90,6	-9,4	0,0
2016	2,2	2,5	2,3	-0,7	183,3	75,9	-24,1	0,0
2017	2,4	1,9		0,2	200,0	109,1	9,1	0,0
2018	1,1	2,2	2,0	-1,3	91,7	45,8	-54,2	0,0
2019	3,0	2,3		1,9	250,0	272,7	172,7	0,0

Показатель наглядности указывает, что базовый год отличается самым высоким показателем и в сравнении с ним последующие годы ниже базового, особенно 2017 г., когда показатель был равен 25,0% от базового уровня. Показатель роста имеет четкую тенденцию двухгодичного цикла с ростом и снижением показателя (2016–2017 гг. и 2018–2019 гг.). Показатель темпа роста имеет положительную динамику только в 2018 г., когда в сравнении с предыдущим 2017 г. произошел рост показателя на 87,5%. При этом значение 1% прироста имеет стабильную нулевую динамику.

Учитывая, что анализ был проведен за 5-летний период, авторы произвели расчет краткосрочного прогноза лапароскопических ампутаций матки у женщин фертильного возраста по поводу миомы матки в отделении гинекологии КРД НЦОМид (рис. 3). Как видно из рисунка, линия имеет плавную динамику снижения показателя до 2022 г., до 0,1 на 100 женщин фертильного возраста ($r = -0,8$; $t = 3,2$; $r^2 = 0,6$).

Рассматривая частоту лапаротомных консервативных миомэктомий у женщин фертильного возраста из общего числа лапаротомных вмешательств, проводимых в отделении гинекологии КРД НЦОМид за 10-летний период (табл. 6),

следует отметить рост данного показателя за анализируемый период в 2,5 раза (2010 г. – 1,2 на 100 женщин фертильного возраста и 2019 г. – 3,0 соответственно), $p < 0,001$. Кривая анализируемого периода имеет неоднозначные периоды подъема и снижения показателя. Метод скользящей средней позволил выделить период 2010–2015 гг. когда происходил рост данного показателя, далее в 2016–2017 гг. происходит снижение показателя и последующий рост в 2018–2019 гг. Метод укрупнения интервала также выделяет период 2010–2015 гг., характеризующийся ростом показателя с последующим его снижением до 2019 г.

Показатель наглядности выделяет только 2018 г. (91,7%), когда уровень показателя ниже базового года. Показатель роста имеет неоднозначную тенденцию с годами роста и убыли показателя, повторяет данную тенденцию и темп роста. Однако значение 1% прироста имеет нулевое значение за весь анализируемый период.

Среднесрочный прогноз (рис. 4) указывает на сохранение стабильной динамики незначительного роста данного показателя до 2024 г., когда он будет равен 2,7 на 100 женщин фертильного возраста ($r = -0,1$; $t = 2,3$; $r^2 = 0,01$).

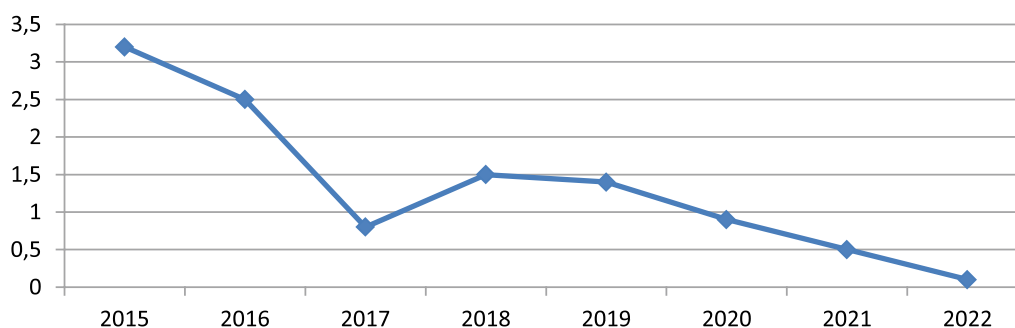


Рис. 3. Краткосрочный прогноз лапароскопических ампутаций матки по поводу миомы матки у женщин фертильного возраста в отделении гинекологии КРД НЦОМид (на 100 женщин)

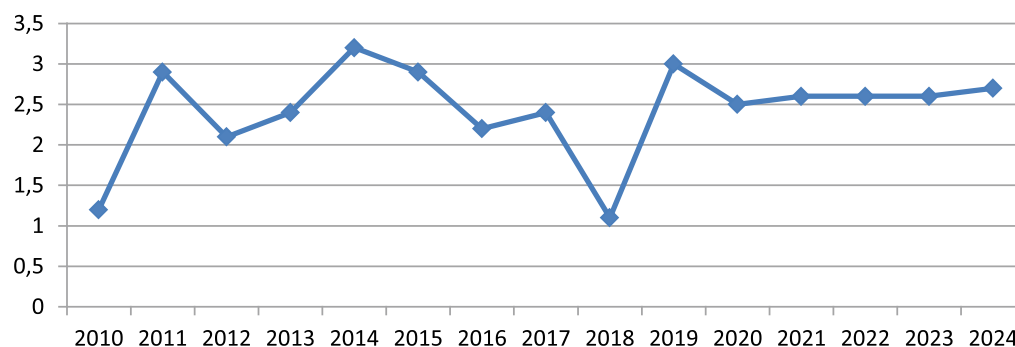


Рис. 4. Среднесрочный прогноз лапаротомных консервативных миомэктомий по поводу миомы матки у женщин фертильного возраста в отделении гинекологии КРД НЦОМид (на 100 женщин)

Таблица 7

Анализ динамического ряда частоты лапароскопических консервативных миомэктомий у женщин фертильного возраста с миомой матки в отделении гинекологии КРД НЦОМид из общего числа оперативных вмешательств за период 2010–2019 гг. (на 100 женщин)

Годы	P ± mp	Метод скользящей средней	Метод укрупнения интервала	Абсолютный прирост	Показатель наглядности, %	Показатель роста, %	Темп роста, %	Значение 1% прироста
2013	2,0	4,1	4,2	–	100,0	–	–	–
2014	6,3	3,1		4,3	315,0	315,0	215,0	0,0
2015	1,0	3,1	1,6	-5,3	50,0	15,9	-84,1	0,1
2016	2,1	2,0		1,1	105,0	210,0	110,0	0,0
2017	3,0	2,3	2,4	0,9	150,0	142,9	42,9	0,0
2018	1,7	2,1		-1,3	85,0	56,7	-43,3	0,0
2019	1,6	1,3	1,6	-0,1	80,0	94,1	-5,9	0,0

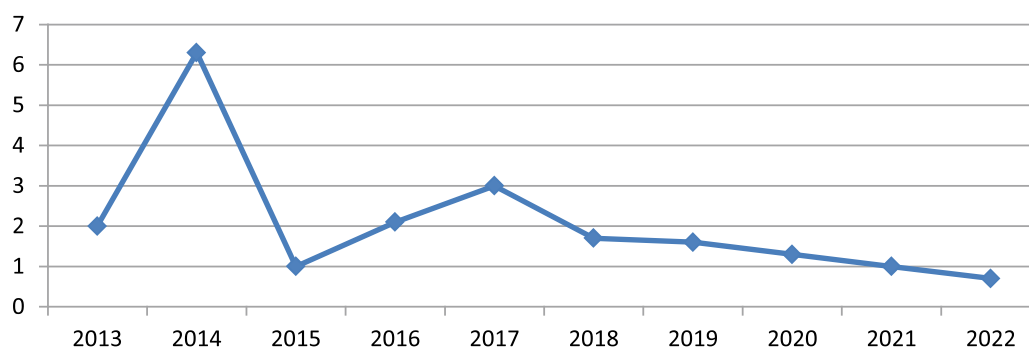


Рис. 5. Среднесрочный прогноз лапароскопических консервативных миомэктомий по поводу миомы матки у женщин фертильного возраста в отделении гинекологии КРД НЦОМид (на 100 женщин)

Оперативное лечение миом матки путем лапароскопических консервативных миомэктомий в отделении гинекологии КРД НЦОМид было внедрено в 2013 г., как видно из табл. 7, частота таких операций остается на низком уровне в течение всего анализируемого периода. В 2013 г. показатель был равен 2,0 на 100 женщин из общего числа лапароскопических операций, проведенных в отделении в 2019 г. – 1,6 соответственно, снижение показателя в 1,3 раза. За исключением 2014 г. (6,3 на 100 женщин), когда отмечается статистически значимый пик данного показателя в 3,2 раза, $p < 0,001$, однако в 2015 г. (1,0 на 100 женщин) также статистически значимо произошло снижение показателя в 6,3 раза, $p < 0,001$. Метод скользящей средней выделяет четыре года 2013–2016 гг., когда отмечается снижение показателя и 2017–2019 гг. с незначительным подъемом и дальнейшим снижением данного показателя. Метод укрупнения интервала позволил выявить цикличность процесса с 2-годовалым интервалом подъемов и спадов показателя.

Показатель наглядности выделяет 2015 (50,0%), 2018 (85,0%) и 2019 гг. (80,0%),

когда показатель ниже базового 2010 г. Показатель роста также указывает на эти годы, в 2015 г. происходит снижение показателя в сравнении с предыдущим годом на 15,9%, в 2018 г. – на 56,7% и в 2019 г. – на 94,1%. Темп роста также выделяет эти же годы, когда происходит убыль показателя: в 2015 г. он равен 84,1%, в 2018 г. – 43,3% и 2019 г. – 5,9%. Однако значение 1% прироста имеет нулевую тенденцию за весь анализируемый период, за исключением 2015 г. (0,1%).

Полученные данные легли в расчет краткосрочного прогноза тенденций лапароскопических консервативных миомэктомий у женщин с миомой матки, проведенных в отделении гинекологии КРД НЦОМид (рис. 5). Как видно из рисунка, несмотря на волнообразный анализируемый период, данный показатель имеет тенденцию снижения до 2022 г. (0,7 на 100 женщин), ($r = -0,4$; $t = 2,6$; $r^2 = 0,1$).

Полученные в исследовании данные указывают на низкий процент частоты оперативных вмешательств у женщин фертильного возраста по поводу миом матки, позднее внедрение и низкий уровень лапароскопического метода хирургического ле-

чения данного заболевания. Рассчитанный прогноз тенденций хирургической тактики в лечении миом матки указывает на дальнейший рост лапаротомных ампутаций и консервативных миомэктомий и снижение частоты лапароскопических консервативных миомэктомий и ампутаций матки у женщин фертильного возраста. Таким образом, данные, полученные в нашем исследовании, станут научным обоснованием для разработки мероприятий, направленных на органосохраняющие методы хирургической тактики лечения женщин фертильного возраста с миомой матки.

Выводы

Таким образом, проведенный анализ частоты хирургической тактики терапии миом матки у женщин фертильного возраста за период 2010–2019 гг. установил:

1. Рост частоты хирургической активности в отделении гинекологии за анализируемый 10-летний период в 1,3 раза (с 2010 г/ – 1295 случаев до 1620 случаев в 2019 г.).

2. В среднем в год 4,6 на 100 женщин фертильного возраста оперируются с диагнозом миома матки.

3. Среднесрочный прогноз указывает на дальнейший рост лапаротомных ампутаций матки до 3,3 на 100 женщин и лапа-

ротомных консервативных миомэктомий до 2,7 соответственно к 2024 г.

4. Для лапароскопических ампутаций матки и консервативных миомэктомий характерно снижение показателей до 2022 г.

5. Необходимо пересмотреть тактику хирургических вмешательств с акцентом на органосохраняющие и малоинвазивные методы лечения миом матки для сохранения репродуктивного потенциала у женщин фертильного возраста.

Список литературы

1. Севостьянова О.Ю., Сударикова Е.Г., Кузнецова Т.А., Бызова Т.Е. Проблемы ранней беременности при лейомиоме матки // Вестник РУДН. 2009. № 6. С. 187–191.
2. Малышева Я.Р. Отдаленные результаты лечения миомы матки путем ФУЗ-абляции: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2020. С. 103.
3. Базарбаева Д.А., Юсупова М.А. Современные методы диагностики и лечения миомы матки у женщин репродуктивного возраста // Вестник науки и образования. 2019. № 22 (76). Ч. 3. С. 56–59.
4. Радзинский В.Е., Тотчиев Г.Ф. Миома матки: курс на органосохранение. Информационный бюллетень. М.: Status Praesens, 2014. С. 15–17.
5. Соснова Е.А., Малышева Я.Р. Методы лечения миомы матки: обзор литературы // Архив акушерства и гинекологии им. В.Ф. Снегирева. 2017. № 4 (1). С. 20–28.
6. Самигуллина А.Э., Агайдаров Р.Д. Лейомиома матки: частота и прогноз // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. № 7. С. 147–157.
7. Агайдаров Р.Д. Перинатальные исходы у женщин с лейомиомой матки // Проблемы науки. 2016. № 12 (13). С. 103–105.

ОБЗОРЫ

УДК 618.4-036

О ДЕМОГРАФИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЯХ ШИРОКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АКУШЕРСКОЙ ПРАКТИКЕ ЯТРОГЕННО ЗАВИСИМЫХ СПОСОБОВ РОДРАЗРЕШЕНИЯ

Савицкий А.Г., Савицкий Г.А.

*ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»
Министерства здравоохранения РФ, Санкт-Петербург, e-mail: agsavitsky@gmail.com*

Идеологической, методологической и научной основой выбора способа родоразрешения при реализации практических проблем «акушерского сегмента» демографической программы до настоящего времени продолжала оставаться выработанная ещё в конце 1980-х гг. тактика «активного ведения родов». Цель обзора состоит в привлечении внимания членов акушерского сообщества и руководителей системы родовспоможения страны к необходимости понимания того, что проблемно широкое, официально поощряемое использование в современной акушерской практике ятрогенно индуцируемых и тотально контролируемых медикализованных родов при возрастающей частоте абдоминального родоразрешения сопровождается развитием ряда демографически значимых негативных последствий, реальное значение которых для решения акушерского сегмента государственной программы повышения рождаемости ещё должным образом не оценено и полностью не осознано. Сегодня становится очевидным, что поощряемое официальными акушерскими структурами прогрессивное развитие идеологических и технологических аспектов проблем перинатального и эксквизитного акушерства подводит акушерское сообщество страны к необходимости коренного пересмотра места и значения эволюционно выработанного естественного способа родоразрешения в репродуктивных циклах женщин современных популяций. Тот факт, что подавляющее большинство новорождённых, родившихся от матерей с медикализацией родов или через кесарево сечение, требует реабилитационной и реабилитационной поддержки, ставит перед акушерским сообществом страны вопрос, касающийся как минимум неотложного углубления наших знаний в области функциональной морфологии, физиологии и биомеханики рождающей матки человека как неперемного условия повышения профессиональной компетенции врача, вмешивающегося в течение родового процесса.

Ключевые слова: индуцируемые роды, ятрогенная патология, медикализация родов, демографически значимые негативные явления

ON DEMOGRAPHICALLY SIGNIFICANT NEGATIVE CONSEQUENCES OF WIDESPREAD USE OF IATROGENICALLY DEPENDENT METHODS OF DELIVERY IN OBSTETRIC PRACTICE

Savitskiy A.G., Savitskiy G.A.

North-West State Medical University named after I.I. Mechnikov of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, e-mail: agsavitsky@gmail.com

The ideological, methodological and scientific basis for choosing the method of delivery in the implementation of the practical problems of the «obstetric segment» of the demographic program to date has continued to grow, developed in the late 80s of the last century, the tactic of «active childbirth.» The aim of the review is to draw the attention of members of the obstetric community and leaders of the country's delivery system to the need to understand that the problematic widespread, officially encouraged use in co-temporal obstetric practice of iatrogenically induced and totally controlled medicated childbirth at an increasing incidence of abdominal delivery is accompanied by the development of a number of demographically significant negative consequences, The real importance of which has not yet been properly assessed and fully understood in the midwifery segment of the State fertility program. It is now clear that the progressive development of the ideological and technological aspects of the problems of perinatal and excisitive obstetrics, encouraged by official obstetric structures, leads the country's obstetric community to the need to radically review the place and significance of the evolutionarily developed natural method of delivery in the reproductive cycles of women of modern populations. The fact that the vast majority of newborns born to mothers with the medicalization of childbirth or cesarean section require resuscitation and rehabilitation support raises the question of the obstetrician-Russian community of the country, at a minimum, regarding the urgent deepening of our knowledge in the field of functional morphology, physiology and biomechanics of human uterus giving birth as a prerequisite for increasing the professional competence of a doctor intervening during the birth process.

Keywords: induced childbirth, iatrogenic pathology, medicalization of childbirth, demographically significant negative phenomena

За всё время своего существования как суверенного государства Россия вынуждена преодолевать негативные последствия демографических кризисов, основными проявлениями которых является естественная убыль населения страны при сохранении низкого уровня рождаемости. Мировой

опыт противодействия негативным последствиям подобного рода демографических кризисов показывает, что сакральным, абсолютно надёжным и максимально эффективным способом преодоления этих последствий является стимуляция рождаемости, при которой большинство женщин детород-

ного возраста рожают трёх и более детей. При этом мировой опыт участия систем родовспоможения стран, успешно преодолевающих негативные последствия демографических кризисов, наглядно продемонстрировал, что конечная значимая эффективность программ повышения рождаемости прямо связана с особенностями течения и исхода родов в популяционных группах, непосредственно участвующих в реализации программы повышения рождаемости. Прогрессивный демографический результат реализации программ повышения рождаемости с особой полнотой проявляется тогда, когда у подавляющего большинства женщин беременность заканчивается нормально, физиологически текущими родами, а их исход завершается рождением абсолютно здорового новорождённого, имеющего все шансы на нормальное полноценное физическое и психическое развитие. Это означает, что для решения родить следующего ребёнка необходимо, чтобы во время предыдущих родов репродуктивная система женщины и её соматическое здоровье не понесли какого-либо ущерба, так или иначе связанного с особенностями течения родового процесса. Другими словами, благоприятное течение и окончание родов для матери и плода во многом предопределяет вероятность такого же благоприятного исхода для матери и плода последующих родовых процессов, что в большой степени и определяет конечную эффективность реализации любых программ повышения рождаемости [1]. Полтора десятка лет назад в РФ была принята Национальная программа демографического развития России [2], а в 2019 г. был дан старт Национальному проекту «Демография» с бюджетом 3 105 200 000 000 руб. В программах много уделено внимания здоровью и здоровому образу жизни, как детей, так и взрослых членов общества, при этом акцентируется внимание и на акушерском сегменте решения этого вопроса. Идеологические, методологические и концептуальные основы «акушерского сегмента» программы повышения рождаемости были одобрены и получили необходимую для успешной реализации материальную поддержку. При этом уже к началу реализации конкретных акушерских задач, определяющих содержательную часть «сегмента» программы повышения рождаемости было осознано, что в сложившихся к тому времени социально-экономических условиях и морально-этических стереотипов стимуляция женского населения страны к повторному процессу деторождения лежит вне сферы профессиональной компетенции

членов акушерского сообщества. Именно это обстоятельство и определило идеологию и методологию процесса практической реализации «акушерского сегмента» программы повышения рождаемости в стране. Научной и административно-управленческой элитой страны было солидарно принято решение, согласно которому единственно правильным и возможным способом практической реализации «акушерского сегмента» программы повышения рождаемости в стране является максимально возможное активное вовлечение в процесс деторождения женского населения страны при одновременно возможной минимизации перинатальных потерь. Следовательно, увеличение количества живорождённых, как основного условия программы повышения рождаемости предлагалось осуществить не столько за счёт вовлечения в процесс деторождения повторнородящих женщин, сколько за счёт активного вовлечения в этот процесс довольно значительного количества женщин, которые «ещё вчера не могли реализовать свою детородную функцию по тем или иным медико-биологическим причинам». При этом в качестве абсолютно необходимого условия успешной реализации подобного проекта должна осознаваться необходимость максимально го повышения уровня безопасности родового процесса как для матери, так и для плода. Также предполагается максимально возможное повышение и укрепление реальных компетенций реанимационно-реабилитационной части неонатологической службы родовспомогательных учреждений. Хотели бы мы того или нет, но оказалось, что медико-биологическая сущность «акушерского сегмента» программы повышения рождаемости в РФ изначально была сориентирована на оказание высокоспециализированной медицинской помощи контингенту беременных и рожениц, которые нуждались в оказании подобного рода помощи, что и было материализовано в создании особого рода учреждений с высоким уровнем аппаратного оснащения и развитой системой неонатологических реанимационных отделений – так называемых перинатальных центров [3, 4]. Параллельно предполагалось внедрить программы «оптимизации» деятельности существующих родовспомогательных учреждений, суть которых состояла в ликвидации «маломощных» и «нерентабельных» акушерских подразделений в составе участковых и районных больниц и создании вместо них оснащённых крупных роддомов, способных участвовать в реализации программы повышения рождаемости. Итак, в короткий срок в РФ была

создана широкая сеть родовспомогательных учреждений нового типа – перинатальных центров, которые обладали мощными неонатологическими службами, способными оказывать новорождённым адекватную длительную (на II этапе выхаживания) реанимационно-реабилитационную поддержку по качеству и объёму сравнимую с помощью, оказываемой в детских клинических больницах. В эту сеть организационно влились профильные клиники НИИ, профильные кафедры многих университетов и практически вся сеть родовспомогательных учреждений II уровня, то есть родильных домов без второго уровня выхаживания. Идеологической, методологической и научной основой выбора способа родоразрешения при реализации практических проблем «акушерского сегмента» демографической программы всё это время продолжала оставаться выработанная ещё в конце 1980-х гг. тактика «активного ведения родов» [5]. Эта тактика безальтернативно доминировала в официальном отечественном акушерстве последние три десятка лет, что подтверждают содержания практически всех новейших учебников и руководств XXI в. [6–8], рекомендуемых в качестве «настоющих книг акушера». Представители научной акушерской элиты нашей страны, которые создавали теоретическую основу тактики активного ведения родов [9–11], исходили из того, что глубина познания фундаментальных основ функциональной морфологии, физиологии и биомеханики рожавшей матки человека, достигнутая к настоящему времени, такова, что даёт все теоретические основания и практические адекватные способы и средства для целенаправленного индивидуального контроля и управления любым осложнением родового процесса. Нельзя утверждать – невольное это было заблуждение или сознательная бездискуссионная кампания по «подгонке» и утверждению достоверными бездоказательных умозрительных фактов, но к тому моменту была создана информационная атмосфера, в которой на уровне прямой связи утверждалось, что акушеры обладают достаточными знаниями о том, как рождает женщина и как в родах «работает» её матка. Согласно этой концепции, современный акушер располагает теоретическими знаниями и практическими способностями для инициации, моделирования, координирования и управления родовым процессом на всех уровнях его «регуляции» с помощью адекватной медикализации последнего [12–14]. В сегодняшнем реальном практическом родовспоможении через массу различного рода информационно-методических материалов дово-

дятся сведения о том, что индуцированные и управляемые роды по своему воздействию на мать и плод в большинстве своём аналогичны естественно возникающему и протекающему родовому процессу, а во многих случаях предотвращается его патологическое воздействие на плод. На основе этих теоретических представлений сформирована практическая база способов управления и контроля индуцированными медикализированными родами [15, 16], которые широко используются в практике современного родовспоможения. Вторым чрезвычайно важным для современного отечественного акушерства положением, органично вытекающим из методологии и идеологии тактики активного ведения родов, является утверждение о том, что абдоминальный способ родоразрешения становится более безопасным для матери и плода при решении возникающих акушерских проблем, чем попытка их коррекции при естественном течении родов [17, 18]. Именно эти принявшие доктринальный характер утверждения о физиологичности медикализированных родов и доминантной безопасности кесарева сечения стали матричными определяющими современные варианты тактики активного ведения родов, которая, как прежде, оказывает решающее влияние на проблемы выбора способа родоразрешения на современном этапе развития отечественного акушерства [16, 19].

Однако случилось так, что во время решения проблемы «акушерского сегмента» программы повышения рождаемости в РФ на тактику выбора способа родоразрешения начали воздействовать факторы парамедицинского, социального и даже мировоззренческого характера. С самого начала реализации программы внутриутробный плод, достигший гестационного срока 22 недели беременности и массы 500 г по рекомендации ВОЗ признавался отдельным равноправным с матерью пациентом, что, не без стараний либерального крыла отечественного акушерского сообщества, придало природой выработанным биологическим взаимоотношениям организмов матери и плода характер неких биосоциальных отношений двух равноправных субъектов, у каждого из которых имеются «свои интересы» [20–22]. Если на первых этапах реализации конкретных задач «акушерского сегмента» программы повышения рождаемости в акушерском сообществе преобладало стремление к «сохранению баланса интересов» плода и матери как во время беременности, так и в родах, то по мере строительства перинатальных центров увеличилась и их роль в решении акушерских и неонатоло-

гических проблем. А главное, смешение акушерских и педиатрических задач в учреждениях, где изначально считалось, что вся их работа должна находиться под патронатом специалистов-педиатров, привело к возникновению и быстрой популяризации нового направления родовспоможения – перинатального акушерства [23, 24]. В настоящее время оно держится на нескольких идеологемах, имеющих большое практическое значение, которые определяют уже мало анализируемый и контролируемый дрейф интересов обоих пациентов от первичного соблюдения баланса интересов в сторону примата интересов плода. Адепты перинатального акушерства полагают, что как во время беременности, так и, что еще важнее, во время родов в организме матери по тем или иным причинам могут возникать условия, нарушающие параметры среды обитания плода, которые могут угрожать его здоровью и даже жизни. В современном перинатальном акушерстве распространено убеждение, что даже физиологически протекающие роды могут оказывать негативное влияние на организм плода, если по каким-то причинам его способность противостоять обычному родовому стрессу снижены. Любые же варианты осложнённых родов априори признаются фактором негативного влияния на плод. На основании этих идеологий сегодня сформирована доминантная концепция перинатального акушерства, суть которой можно выразить следующим образом: «...При возникновении условий, нарушающих параметры среды обитания плода во время беременности или в родах, которые угрожают здоровью или жизни плода и не могут быть устранены консервативными мерами воздействия, методом выбора является абдоминальное родоразрешение по мотивам соблюдения интересов плода». В унисон с адептами перинатального акушерства действуют сторонники ещё одного нового направления современного родовспоможения – эксквизитного акушерства [25–27]. Благодаря действительно выдающимся достижениям современной медицины, в том числе хирургических способов и методов лечения, у довольно большого контингента женщин детородного возраста, которые раньше и не мечтали о беременности, появилась возможность, используя новые уровни терапевтической и хирургической поддержки, беременеть и рожать без прогнозируемого риска для своего здоровья. Главный лозунг практики эксквизитного акушерства – «то, что вчера было невозможно и запрещено, сегодня разрешено и возможно». Естественно наступившая или индуцированная бере-

менность у подобного рода женщин под тщательным контролем за состоянием беременной часто ведётся на допустимой грани риска, пролонгируется до возможно максимального разумного срока, гарантирующего жизнеспособность плода и в большинстве случаев прерывается абдоминальным путём, так как априори естественные роды у этих женщин считаются нежелательными и опасными для их здоровья [17, 18]. Именно поэтому это направление в современном отечественном акушерстве основано на использовании сверхактивной тактики ведения беременности при практически обязательном исключении родового акта из репродуктивного цикла данной категории беременных. Сегодня становится очевидным, что поощряемое официальными акушерскими структурами прогрессивное развитие идеологических и технологических аспектов проблем перинатального и эксквизитного акушерства подводит акушерское сообщество страны к необходимости коренного пересмотра места и значения эволюционно выработанного естественного способа родоразрешения в репродуктивных циклах современных популяций женщин. Это обстоятельство позволяет начать процесс идеологической трансформации биомедицинской проблемы выбора способа родоразрешения в проблему мировоззренческую со всеми вытекающими отсюда последствиями, в том числе чисто практического характера. Научно-практические доминанты, используемые в отечественном родовспоможении для решения проблем «акушерского сегмента» программы повышения рождаемости уже на протяжении последних полутора десятков лет, материализуются в лечебных учреждениях разного типа – от престижных рейтинговых специализированных отделений профильных НИИ и прекрасно оборудованных перинатальных центров, до родильных отделений районных больниц и частных родильных домов. Все продолжающие считаться государственными, родовспомогательные учреждения в РФ функционируют на основе хозрасчётно-страховой медицины [28]. Если несколько примитивизировать проблему, то можно считать, что во время родов в родильном зале родовспомогательного учреждения любого ранга одновременно взаимодействуют сразу четыре субъекта права, у каждого из которых есть свои специфические интересы, не во всём совпадающие, но официально документально закреплённые. Двое из этих субъектов – администрация родовспомогательного учреждения и страховая компания, взаимодействуя между собой на консенсусно-договорной

основе, заранее определяют организационно-методические и материально-технологические предстоящих родовых процессов, их стоимостное выражение и объём реального вмешательства врача в родовую процесс, который не должен, по мнению экспертов страховых компаний, выходить за пределы планируемых страховых вознаграждений по принятым сеткам шифрования медицинских услуг. Итоги этого взаимодействия указанных сторон закреплены документально в большом количестве методических материалов рекомендательного, а в последнее время всё чаще – обязательного и даже законодательного характера. Причём все документы этого рода, независимо от рангового положения их создателей и степени их научной и практической обоснованности, носят убедительный, дидактически позитивный характер, формально гарантируя достижение благоприятного клинического эффекта при их использовании. Точно так же роженица и её окружение заранее ориентированы только на благополучный исход родов для обоих пациентов, что в сегодняшней реальной действительности становится фактором угрозы судебного преследования врача в случае патологических отклонений в течении родов или их неблагоприятном исходе. При этом мысли и надежды беременной, которые ранее были наполнены возвышенными чувствами, любовью и верой в благополучный исход родов и веру в доктора и акушерку, у современных женщин всё чаще и чаще принимают угрожающий договорный вид юридического требования к акушерам с довольно негативным эмоциональным наполнением. Такая трансформация общественного популяционного сознания беременных возникает на основе широкой пропаганды передовых успехов при создании конечной методической базы документов для работы родовспомогательных учреждений, охватывающих, в том числе и «рукотесло» акушеров, которые постепенно теряют личностные характеристики и превращаются в «обслуживающий персонал».

Итак, в современном отечественном родовспоможении доминирующие позиции обрела система «тройного контроля» профессионального поведения врача-акушера в родильном зале, которая объективно понуждает его, во-первых, действовать практически без права обсуждения, в рамках представленных ему методических документов, а во-вторых, используя их содержательную суть, выбрать наиболее безопасный способ родоразрешения каждой пациентки. При этом «безопасность» в современном понимании – это не только со-

хранение привычных нам с учебной скамьи «идеалов» сохранения здоровья своих пациентов, а превратившиеся в жёсткую юридическую ответственность врача взаимоотношения с администрацией лечебного учреждения, страховой медицинской компанией и, наконец, пациенткой.

Деликатность парадоксальности ситуации, сложившейся в настоящее время в информационном поле отечественного акушерства в разделе теории родов, состоит в том, что:

– все фундаментальные догматы понимания основ функциональной морфологии, физиологии и биомеханики рождающей матки человека, равно как и представления о генезе родовых сил, механизмах управления и координации родовой деятельности матки, механизмах конвертации энергии родовой схватки во внешнюю работу по «дистракции» шейки матки сложились в середине прошлого века, на фоне «теоретического вакуума» были аксиоматично приняты советскими акушерами и упорно отстаиваются отечественной акушерской элитой до сих пор [29, 30];

– понятное восторженное отношение советских учёных к западной научной культуре в прошлом веке, которое привело к принятию, без проверки её достоверности, доктрины биомеханики родовой схватки Caldeyro-Barcia R., Reynolds S. et Alvarez H., которая так никогда и никем не была доказательно подтверждена. Однако совершенно непонятны мотивы, по которым все авторские коллективы, издающие учебники и клинические руководства по акушерству, представляемые, как «настолярные книги акушера» [14, 19, 30], упорно, на протяжении уже более полувека, продолжают всё так же безуспешно отстаивать теоретические конструкции, которые не имели и не имеют реальных перспектив использования в акушерской практике и абсолютно не востребованы всеми практическими акушерами в методическом плане. Более чем недоумение вызывает и то, что эти «аксиоматические постулаты» не используют при создании методических рекомендаций сами их яростные сторонники. Данный факт, точнее отсутствие его широкого обсуждения и диалектичности в его развитии, остаётся основной «загадкой» современного отечественного акушерства;

– огромное количество поточно создаваемых методических документов и руководств, на основе которых производится нынешнее управление профессиональным поведением врача-акушера в родильном зале, не имеют ментальной связи с доминирующими представлениями о функцио-

нальной морфологии и физиологии родовой схватки, которые постоянно тиражируют современные учебники и руководства по акушерству.

– также можно назвать парадоксальной ситуацией, в которой обе инстанции, понуждающие врача строго следовать при ведении родов методическим инструкциям, а именно администрация ЛПУ и страховая кампания, точно так же, как прокурор или судмедэксперт в случае неблагоприятного исхода родов для плода или матери, которые проводились врачом строго по «духу и букве закона», тем не менее не отказываются от административного или судебного преследования врача вследствие допущенных им «врачебных ошибок», которые всё-таки чаще верифицируются с учётом заключений грамотных опытных экспертов, нежели только при использовании регламентирующих методических документов.

Противоречивость ситуации усугубляется ещё и тем, что профессиональная компетентность, например, современного поколения практикующих врачей (стаж 5–20 лет), к сожалению, в меньшей степени определяется способностью использовать индивидуально осмысленный опыт на основе логичного и грамотного сопоставления своих разносторонних познаний с часто возникающими нестандартными клиническими ситуациями – то, что во врачебном сообществе называется «рукомеслом» или мастерством! В большей своей части формирующееся поколение акушеров отличает «стандартная» профессиональная компетенция, основанная на познании существа наиболее значимых (высокоранговых) рекомендательных документов и, соответственно, способностью своевременно подбирать наиболее безопасный алгоритм услуги с учётом интересов всех участников стоящего перед ним юридического триумвирата. Можно говорить о том, что на фоне внедрения неолиберальной западной идеологии в отечественное акушерство формирующееся поколение акушеров начинает отличать стереотипное «фабричное производство», которое даёт «достаточный» объём знаний для использования в практике типовых методических рекомендаций, которые по замыслу должны позволить выбрать наиболее безопасный путь и способ рождения живого ребёнка.

Итак, на формирование стратегии и тактики решения узкоспециальных проблем «акушерского сегмента» повышения рождаемости в стране, в частности на решение проблемы выбора способа родоразрешения, оказывают серьёзное влияние «чисто медицинские» факторы, такие как идеология

и методология тактики активного ведения родов, уже популярные положения перинатального и эксквизитного акушерства и, безусловно, современный уровень понимания основ функциональной морфологии, физиологии и биомеханики рождающей матки человека, интеллектуальная и прагматическая мощь которых сконцентрирована в огромном количестве документов, определяющих сегодня особенности профессионального поведения врача в родильном зале.

Следующая группа факторов «парамедицинской» природы явилась производной изменений условий взаимоотношения врача с роженицей и другими фигурантами, участвующими в организации и осуществлении родового процесса уже на основе хозрасчётно-страховой медицины. Мы все являемся свидетелями того, как изменение социально-экономического уклада функционирования родовспомогательных учреждений привело к ощутимым изменениям стратегии и тактики ведения родов. И, наконец, нельзя сбрасывать со счёта такой фактор мировоззренческого характера, как манипуляции с различного рода экстраполяциями «прав человека» на внутриутробный плод [20–22]. Как минимум в течение последнего десятилетия, получив одобрение и огромный объём материальной поддержки от государственных структур, на этой идеологической и методологической основе решались стратегические и тактические проблемы участия акушерского сообщества страны в решении проблем повышения рождаемости. Напомним, что стратегически важные проблемы, которые должно при этом решать акушерское сообщество состоят, во-первых, в максимально возможном вовлечении в процесс деторождения контингента женщин детородного возраста, у которых были проблемы с реализацией их репродуктивной функции и, во-вторых, максимально возможное снижение перинатальной смертности.

К концу первого десятилетия XXI в. отечественное акушерское сообщество уже сформулировало основные положения идеологической и методологической платформы своего участия в программе повышения рождаемости в стране. К этому времени в практическом родовспоможении уже доминировали положения тактики активного ведения родов и значительно усилили свои позиции положения перинатального акушерства. Это означало то, что в конце первого десятилетия XXI в. из каждых 100 рожениц, поступающих на роды в отечественные роддома, приблизительно у 40 имелись шансы на естественное течение и завершение родов без вмешательства

акушера в родовой процесс и, соответственно, высокие шансы на дальнейшее нормальное физическое и психическое развитие новорождённых. У каждой 5 из 100 рожениц роды закончатся путём операции кесарева сечения. У остальных 40 рожениц роды будут завершены естественным путём, но сам родовой процесс будет протекать под тотальным ятрогенным контролем с полной или частичной медикализацией родового процесса. Одна из этих женщин выпишется из стационара без ребёнка (перинатальная смертность в 2000 г. была близка к 8 промилле). В последующее десятилетие на базе той же идеологической и методологической платформы на фоне оптимизации деятельности родовспомогательных учреждений отмечается главный позитивный эффект – значительное возрастание мощностей реанимационно-реабилитационных возможностей неонатологической службы. На этом фоне были достигнуты демографически значимые результаты исходов родов. Уже в 2012 г. перинатальные потери составили всего 4 промилле, то есть за прошедшее десятилетие произошло снижение этих показателей в два раза. Перинатальная смертность – это интегральный показатель, состоящий из двух компонентов – показателя мертворождения, то есть количества плодов, родившихся мёртвыми, и показателя гибели живорождённых плодов уже после их рождения. Накопленные к настоящему времени в мире данные свидетельствуют о том, что профилактика мертворождения связана как со своевременным родоразрешением, так и с минимизацией патогенного воздействия на плод осложнений беременности и самого родового процесса. Но на современном этапе развития хозрасчётно-страхового родовспоможения факт антенатальной гибели плода в лечебном учреждении или, тем более интранатальной гибели (в родах), практически всегда на экспертном уровне связывается с некомпетентностью, проявленной при ведении беременности или родов.

Постнатальная гибель живорождённых детей при современном уровне реанимационных и реабилитационных возможностей неонатологических служб связана либо с наличием у плода несовместимых с жизнью аномалий развития, либо с получением в родах повреждений, последствия которых не удалось корригировать. Следовательно, в определённой части случаев и постнатальная смертность также связана с некомпетентным ведением беременности и родов. Тем не менее можно ли считать двукратное снижение показателей перинатальной смертности прямо связанным с позитивным влиянием на отечественное

родовспоможение научных доминант тактики активного ведения родов и положений перинатального акушерства?

В отличие от 2009 г. в 2019 г. из 100 рожениц, поступающих для родоразрешения в родовспомогательные учреждения страны, уже только у 30 есть шансы на естественное интактное протекание родов с благополучным завершением для матери и плода. При этом также 30 рожениц завершат беременность оперативным путём – кесаревым сечением. Остальные 40 беременных будут рожать в условиях полного контроля и управления родовым процессом при частичной или полной его медикализации. При этом, по нашим данным [31], от половины до двух третей всех кесаревых сечений сегодня производится при неудачном использовании медикализации родового процесса, которая приводит либо к развитию некурабельных вариантов гипотонической дисфункции матки, либо к ятрогенно индуцируемым вариантам гипертонической дисфункции матки, которые плохо поддаются коррекции и приводят к дистрессу плода [32–34]. В сегодняшнем практическом родовспоможении одна треть медикализированных родов заканчивается абдоминальным родоразрешением по показаниям со стороны плода. Наш собственный практический опыт и опыт экспертного участия в судебно-медицинских экспертизах позволил нам предполагать, что сегодня интранатальная смерть плода в подавляющем большинстве случаев прямо связана с некомпетентным ведением родов, которое приводит к возникновению у плода несовместимых с жизнью повреждений гипоксического или травматического характера [35]. И здесь есть все основания считать, что некоторое снижение интранатальных потерь детей связано именно со своевременным абдоминальным родоразрешением, в том числе и набирающем популярность превентивным кесаревым сечением, которое в целом исключает естественные роды из репродуктивного цикла женщины. Снижение же постнатальных детских потерь отнюдь не связано с более высоким уровнем ведения осложнённых родов и, следовательно, с уменьшением количества новорождённых, которые перенесли неблагоприятное воздействие на свой организм негативных для них влияний родового акта. Это снижение является абсолютной заслугой неонатологической службы родовспомогательных учреждений, резко увеличившей свои возможности по оказанию адекватной помощи реанимационной помощи, нуждающимся в ней новорождённым. Напомним, что если в 2009 г. только около 300 из 1000 новорождён-

дённных нуждались в реанимационной и реабилитационной поддержке, то в 2019 г. их число уже превысило 600 на 1000 новорождённых. При этом абсолютное большинство новорождённых, нуждающихся в помощи, родились от матерей, роды у которых проводились в условиях медикализации или были закончены кесаревым сечением. И по официальным данным [2] рост заболеваемости происходит за счёт доношенных детей, среди которых заболеваемость за последний десяток лет выросла в 2,5 раза, тогда как среди недоношенных – только в 1,6 раза. И учитывая всё вышеизложенное, уже можно говорить о том, что этот факт не является парадоксальным, а отражает глубокие эволюционные негативные процессы в развитии отечественного акушерства, требующие немедленного разрешения.

Итак, анализируя демографически значимые последствия активного участия акушерского сообщества в решении проблем «акушерского сегмента» программы повышения рождаемости в стране, можно сделать, по крайней мере, три обоснованных вывода:

1. Вероятно, позитивной можно признать программу максимального вовлечения в процесс деторождения женщин репродуктивного возраста, которые ранее не имели возможности реализовать свою детородную функцию по объективно существующим причинам.

2. Скорее негативным, чем позитивным фактором следует считать прогрессивно расширяющиеся условия использования абдоминального способа родоразрешения, частота использования которого во многих высокорейтинговых столичных клиниках достигает 50% и более. Рубец на матке после кесарева сечения становится фактором, очевидно ограничивающим рождаемость в непомерно разрастающейся популяции первородящих, перенесших эту операцию.

3. Неприемлемым, имеющим крайне негативные демографические последствия является факт серьёзного увеличения числа новорождённых, нуждающихся в серьёзной реанимационно-реабилитационной поддержке. Нельзя забывать о том, что последствия перенесённого плодом во время родов родового стресса, тяжёлой гипоксии и акушерской или родовой травмы часто снижают шансы ребёнка на его дальнейшее полноценное физическое и психическое развитие.

4. Следует окончательно и официально признать, что эмпирический путь развития акушерства на фоне существующей неостребованной практикой гибридной теории родовой схватки Caldeyro-Barcia R., Reynolds S. et Alvarez H., которая аксиоматич-

но и бездоказательно тиражируется всеми учебниками и клиническими руководствами по специальности, можно охарактеризовать в плане учения о родовой деятельности как весьма затруднительный в отношении своего прогресса и малоперспективный как научно-теоретический сегмент медицины.

В условиях идеологии и методологии современного родовспоможения способ родоразрешения при осложнённом течении беременности и родов выбирает врач. Уже нельзя игнорировать тот факт, что широкое использование медикализации осложнённых родов и использование абдоминального родоразрешения, сопровождающиеся развитием ряда негативных демографически значимых последствий, оказывают на программу повышения рождаемости в стране деформирующее влияние. При снижении перинатальной смертности наблюдается прогрессивное увеличение перинатальной заболеваемости, причём в большей степени за счёт доношенных новорождённых. Этот факт позволяет прогнозировать при увеличении общей человеческой популяции страны снижение уровня здоровья и качества жизни отдельных граждан в таком проценте случаев, что это может привести к усугублению общей демографической проблемы РФ в дальнейшем. И ещё, тот факт, что большинство новорождённых, родившихся от матерей с медикализацией родов или через кесарево сечение, требуют в дальнейшем реанимационно-реабилитационной поддержки, часто длительной, ставит перед акушерским сообществом страны вопрос, как минимум касающийся необходимости неотложного углубления наших знаний в области функциональной морфологии, физиологии и биомеханики рождающей матки человека как неперемного условия повышения профессиональной компетенции врача, вмешивающегося в течение родового процесса.

Список литературы

1. Киселёва Н.И. Демография: в схемах и таблицах: М.: Финансовый университет, 2017. 141 с.
2. Якунин В.И., Сулакшин С.С., Багдасарян В.Э. Государственная политика вывода России из демографического кризиса. 2-е изд.: М.: ЗАО «Издательство «Экономика»», Научный эксперт, 2007. 888 с.
3. Володин Н.Н., Антонов А.Г., Кулаков В.И., Хальфин Р.А. Руководство по организации и деятельности перинатального центра. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 471 с.
4. Савицкий А.Г., Иванов Д.О. Место перинатологии в современном перинатальном центре: теоретические и практические аспекты проблемы // Детская медицина Северо-Запада. 2012. Т. 3. № 4. С. 4–11.
5. Абрамченко В.В. Активное ведение родов: Руководство для врачей. СПб: Специальная литература, 1999. 608 с.
6. Айламазян Э.К. Акушерство: учебник для медицинских вузов. СПб.: СпецЛит, 2003. 707 с.

7. Руководство к практическим занятиям по акушерству: учебное пособие / Под ред. В.Е. Радзинского. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 656 с.
8. Айламазян Э.К. Акушерство. Национальное руководство / Под ред. В.И. Кулакова, В.Е. Радзинского, Г.М. Савельевой. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 1200 с.
9. Сидорова И.С., Кулаков В.И., Макаров И.О. Руководство по акушерству. М.: Медицина, 2006. 848 с.
10. Айламазян Э.К. Акушерство: Национальное руководство / Под ред. В.И. Кулакова, В.Е. Радзинского, Г.М. Савельевой. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 1200 с.
11. Рябцева И.Т., Айламазян Э.К., Зайнулина М.С., Тарасова М.А., Палинка Г.К., Новиков Б.Н. Акушерство: учебник для студентов мед. вузов. 7-е изд., испр. и доп. СПб.: Специальная литература, 2010. 544 с.
12. Айламазян Э.К. Акушерство: учебник. 9-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 704 с.
13. Савельева Г.М., Шалина Р.И., Сичинава Л.Г., Панина О.Б., Курцер М.А. Акушерство: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 656 с.
14. Савельева Г.М. Акушерство. Национальное руководство / Под ред. Г.Т. Сухих, В.Н. Серова, В.Е. Радзинского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 1088 с.
15. Сидорова И.С. Акушерство: Руководство для практикующих врачей. М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2013. 1048 с.
16. Муртазин А.И. Акушерство и гинекология. Стандарты медицинской помощи // Критерии оценки качества. Фармакологический справочник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 960 с.
17. Жаркин Н.А., Логутова Л.С., Семихова Т.Г. Кесарево сечение: медицинские, социальные и морально-этические проблемы // Российский вестник акушера-гинеколога. 2019. Т. 19. № 4. С. 5–11. DOI: 10.17116/tosakush201919041.
18. Радзинский В.Е., Логутова Л.С., Буянова С.Н., Аксенов А.Н., Упрямова Е.Ю., Мельников А.П., Пучкова Н.В. Кесарево сечение. Проблемы абдоминального акушерства: Руководство для врачей / Под ред. академика РАН В.И. Краснопольского. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Специальное издательство медицинских книг (СИМК), 2018. 224 с.
19. Айламазян Э.К. Акушерство: учебник. 10-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 268 с.
20. Сальников В.П., Стеценко С.Г. Правовая перинатология, как составная часть биоюриспруденции: к постановке вопроса // Юридическая наука: история и современность. 2013. № 12. С. 196–205.
21. Бабаджанов И.Х. Правовое регулирование статуса эмбриона человека: светский и религиозные аспекты // Юридическая наука: история и современность. 2012. № 8. С. 14–26.
22. Бабаджанов И.Х. Правовой статус человеческого эмбриона: несколько подходов к анализу // Юридическая наука: история и современность. 2012. № 9. С. 10–28.
23. Цхай В.Б. Перинатальное акушерство: учеб. пособие. Ростов н/Д.: Феникс; Красноярск: Изд. проекты, 2007. 512 с.
24. Буштырев В.А., Зубков В.В., Кузнецова Н.Б., Барина В.В. Перинатальный аудит и модуль «Neonatal near miss» как современные формы управления качеством медицинской помощи в неонатологии // Акушерство и гинекология. 2017. № 2. С. 17–22.
25. Алексеева Ю.А., Гиршова Л.Л., Зарицкий А.Ю., Савицкий А.Г., Васильев В.Е., Мызникова И.В., Петренко Ю.В., Вагина Е.С., Иванов Д.О., Курзина Е.А. Острый миелобластный лейкоз во время беременности (клиническое наблюдение) // Бюллетень Федерального Центра сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова. 2012. № 3. С. 83–88.
26. Михайлин Е.С., Иванова Л.А., Савицкий А.Г., Пономарев А.М., Федерим М.Н., Коденцева И.Ю., Минина А.Г., Давутян С.А. Случай беременности и родов у пациентки после гастрэктомии по поводу идиопатического тотального некроза желудка // Журнал акушерства и женских болезней. 2013. Т. 62. № 6. С. 37–39.
27. Михайлин Е.С., Иванова Л.А., Савицкий А.Г., Королева Л.И., Касьянова Д.С. Случай беременности и родов у пациентки с синдромом Блоха-Сульцбергера // Российский вестник акушера-гинеколога. 2017. Т. 17. № 2. С. 47–49.
28. Тесля П.Н. Тренды страховой медицины // ЭКО. 2016. № 11 (509). С. 22–38.
29. Занько С.Н., Радецкая Л.Е., Жукова Н.П., Арестова И.М., Киселева Н.И., Семёнов Д.М., Кожар Е.Д., Мацуганова Т.Н., Дейкало Н.С., Бресский А.Г., Лысенко О.В., Занько Ю.В., Дедуль М.И., Смирнова И.В. Акушерство: учебное пособие. Витебск: ВГМУ, 2017. 383 с.
30. Стрижаков А.Н., Игнатко И.В., Давыдов А.И. Акушерство: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 1002 с.
31. Савицкий А.Г., Савицкий Г.А. Физиология конечной функции матки и реальные проблемы родоразрешения в современном отечественном акушерстве // Научное обозрение. Медицинские науки. 2020. № 3. С. 49–58.
32. Савицкий А.Г., Савицкий Г.А. Родовая схватка человека (клинико-биомеханические аспекты). СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2011. 238 с.
33. Савицкий А.Г., Савицкий Г.А., Милль К.В. Фундаментальные механические свойства миометрия человека. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2013. 144 с.
34. Савицкий Г.А., Савицкий А.Г. Биомеханика физиологической и патологической родовой схватки СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2003. 287 с.
35. Радзинский В.Е. Акушерская агрессия. М.: Изд-во журнала Status Praesens, 2011. 688 с.

УДК 616.36-006

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМБИНИРОВАННОЙ ГЕПАТОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ ХОЛАНГИОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ КАРЦИНОМЫ

¹Туманова У.Н., ^{1,2}Щеголев А.И.

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Минздрава России, Москва;

²ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, e-mail: patan777@gmail.com

Комбинированная гепатоцеллюлярная холангиоцеллюлярная карцинома (КГХК) относится к редким формам злокачественных новообразований печени. Проведен анализ данных литературы, посвященных морфологическому изучению КГХК. Подчеркнуто, что точная диагностика КГХК возможна лишь при микроскопическом исследовании гистологических препаратов биопсийного или операционного материала, окрашенных гематоксилином и эозином. Основным структурным признаком КГХК является сочетание элементов гепатоцеллюлярной карциномы и внутривнутрипеченочной холангиокарциномы. К микроскопическим характеристикам гепатоцеллюлярной дифференцировки относятся трабекулярное или псевдожелезистое строение опухоли с наличием в опухолевых клетках телец Маллори и признаков секреции желчи. О холангиоцеллюлярной природе ткани свидетельствуют железистые структуры, десмопластическая строма и признаки продукции муцина. В качестве дополнительного метода рекомендуется проведение иммуногистохимического исследования с гепатоцитарными и билиарными маркерами, а также маркерами стволовых клеток. Гепатоцеллюлярный компонент характеризуется положительной иммуногистохимической реакцией с антителами HepPar1, pCEA, CD10 и глипикан 3. В участках холангиоцеллюлярного компонента отмечается реакция с антителами CK7, CK19 и окрашивание муцина. Залогом успешной диагностики и, соответственно, лечения КГХК является использование данных предоперационных лучевых исследований, позволяющих проводить прицельное взятие биоптата и целенаправленное морфологическое исследование операционного материала.

Ключевые слова: печень, комбинированная гепатоцеллюлярная холангиоцеллюлярная карцинома, иммуногистохимия

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS COMBINED HEPATOCELLULAR-CHOLANGIOCARCINOMA

¹Tumanova U.N., ^{1,2}Schegolev A.I.

¹National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after academician V.I. Kulakov, Ministry of Health of Russia, Moscow;

²N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia, Moscow, e-mail: patan777@gmail.com

Combined hepatocellular-cholangiocarcinoma (cHCC-CC) refers to rare forms of malignant liver tumors. The analysis of literature data on the morphological study of cHCC-CC is carried out. We emphasized that accurate diagnosis of cHCC-CC is possible only with microscopic examination of histological preparations of biopsy or surgical material stained with hematoxylin and eosin. The main structural feature of cHCC-CC is a combination of elements of hepatocellular carcinoma and intrahepatic cholangiocarcinoma. The microscopic characteristics of hepatocellular differentiation include the trabecular or pseudo-glandular structure of the tumor with the presence of Mallory bodies in the tumor cells and signs of bile secretion. Glandular structures, desmoplastic stroma and signs of mucin production are evidence of the cholangiocellular nature of the tissue. An immunohistochemical study with hepatocyte and biliary markers, as well as stem cell markers, is recommended as an additional method. The hepatocellular component is characterized by a positive immunohistochemical reaction with antibodies HepPar1, pCEA, CD10 and glypican 3. The reaction with CK7, CK19 antibodies and mucin staining are noted in the areas of the cholangiocellular component. The use of data from preoperative radiological studies, which allow for targeted biopsy and targeted morphological examination of the surgical material, is the key to successful diagnosis and, accordingly, treatment of cHCC-CC.

Keywords: liver, combined hepatocellular-cholangiocarcinoma, immunohistochemistry

Злокачественные опухоли печени относятся к наиболее грозным онкологическим заболеваниям. Распространенность их в Российской Федерации в 2019 г. по сравнению с 2012 г. возросла на 34,8% и составила 6,2 на 100 000 населения. При этом показатели летальности больных в течение года с момента установления диагноза практически не изменились, составив 66,5%

в 2019 г. [1]. Наиболее частой (в 70–90% наблюдений) гистологической формой является гепатоцеллюлярная карцинома, холангиокарцинома составляет около 8% [2]. Одной из малоизученных форм карцином печени является комбинированная гепатоцеллюлярная холангиоцеллюлярная карцинома (КГХК), составляющая порядка 1–4% от общего их количества [3].

Цель: анализ данных литературы о морфологических особенностях КГХК и роли иммуногистохимических методов для ее диагностики.

Считается, что первое описание КГХК принадлежит H.G. Wells, который в 1903 г. отметил в структуре некоторых опухолей печени наличие микроскопических признаков гепатоцеллюлярной и холангиоцеллюлярной дифференцировки и сделал заключение об общем эмбриональном источнике гепатоцитов и холангиоцитов [4]. Однако только в 1949 г. R.A. Allen и J.R. Lisa [5] не только предложили считать отдельной формой опухоли, имеющие в своей структуре признаки гепатоцеллюлярной карциномы и внутривнутрипеченочной холангиокарциномы, но и описали три ее разновидности:

- тип А, состоящий из дискретных участков гепатоцеллюлярной карциномы и холангиокарциномы;

- тип В, содержащий смежные участки, имеющие строение гепатоцеллюлярной карциномы и холангиокарциномы;

- тип С, характеризующийся опухолевым узлом, имеющим строение гепатоцеллюлярной карциномы и холангиокарциномы.

В 1985 г. Z.D. Goodman с соавт. [6] предложили свою классификацию, также включающую три типа опухоли:

- тип I, или коллизионная опухоль, состоящая из отдельных и/или смежных участков, имеющих строение гепатоцеллюлярной карциномы и холангиокарциномы;

- тип II, или переходный тип с наличием участков, имеющих смешанное строение гепатоцеллюлярной карциномы и холангиокарциномы;

- тип III, или муцин-продуцирующая фиброламмеллярная карцинома.

Важным моментом изучения опухолей печени следует считать предложение в 1954 г. H.A. Edmondson и P.E. Steiner [7] обозначать такие опухоли термином гепатобилиарный рак и относить в группу гепатоцеллюлярных карцином.

Согласно международной гистологической классификации опухолей печени [8] выделяют два основных типа КГХК: классический тип и с признаками стволовых клеток. Последний тип подразделяется на 3 подтипа: типичный, промежуточный и холангиоцеллюлярный подтип.

В настоящее время в отношении КГХК рекомендуется пользоваться терминологией, предложенной International Consensus Group в составе патологов, специалистов по лучевой диагностике и хирургов и опубликованной в 2018 г. [9]. Основным заключением данного международного консенсуса явилось утверждение, что

первичные карциномы печени помимо гепатоцеллюлярной карциномы и внутривнутрипеченочной холангиокарциномы включают в себя также КГХК. Последняя форма характеризуется наличием смежно лежащих и/или смешанных структурных элементов с гепатоцеллюлярной и холангиоцеллюлярной дифференцировкой различной степени выраженности. В этой связи выявление структур холангиокарциномы при наличии гепатоцеллюлярной карциномы следует расценивать как КГХК. Первичную карциному печени, состоящую из так называемых промежуточных созревающих клеток, имеющих иммунофенотипические признаки гепатоцитов и холангиоцитов, также следует рассматривать как вариант КГХК. Кроме того, по мнению International Consensus Group [9], следует отказаться от следующих терминов: смешанная гепатобилиарная карцинома, бифенотипическая (гепатобилиарная) первичная карцинома печени, комбинированная карцинома клеток печени и желчных протоков, гепатоцеллюлярная карцинома с двойным фенотипом, гепатоцеллюлярная карцинома со стволовыми/прогениторными клетками.

Закономерно, что основным методом диагностики КГХК, равно как и холангиокарциномы, является морфологическое исследование биопсийного или операционного материала, эффективность которого зависит от размеров исследуемого образца ткани [10]. В основе диагностики лежит микроскопическое изучение гистологических препаратов, окрашенных гематоксилином и эозином.

Структура опухоли должна быть представлена явными элементами гепатоцеллюлярной карциномы и холангиокарциномы. Соответственно, основными микроскопическими характеристиками гепатоцеллюлярной дифференцировки считаются трабекулярное или псевдожелезистое строение опухоли с наличием в клетках телец Маллори и признаков секреции желчи (табл. 1). Тельца (гиалин) Маллори всегда локализируются в цитоплазме клеток и являются ШИК-отрицательными. Иногда в этих тельцах отмечается бледно окрашенная центральная часть и более окрашенная периферия. О холангиоцеллюлярной природе ткани свидетельствует наличие железистых структур, десмопластической стромы и признаков продукции муцина (слизистой секреции) [11]. При этом опухолевые клетки могут быть крупных или мелких размеров, кубической или цилиндрической формы. Цитоплазма опухолевых клеток бледная или эозинофильная, иногда зер-

нистого вида. Важным морфологическим признаком считается наличие выраженной фиброзной стромы, в том числе с явлениями гиалиноза и/или обызвествления. В ряде случаев отмечается выраженный полиморфизм опухолевых клеток. Важно, что каждый (гепатоцеллюлярный и холангиоцеллюлярный) компонент опухоли может иметь различную степень гистологической дифференцировки [12].

Вместе с тем термином КГХК не следует обозначать опухоли, форма роста которых недостаточно определенно дифференцирована для отнесения их к вышеуказанным компонентам. В подобных случаях опухоль необходимо классифицировать по компонентам с четко выраженной дифференциацией или относить к недифференцированным карциномам.

При классическом типе КГХК гепатоцеллюлярный компонент в большинстве наблюдений представлен утолщенными трабекулами, состоящими из клеток с обильной зернистой эозинофильной цитоплазмой и скудной стромы. Холангиоцеллюлярный компонент представлен атипичными железистыми структурами, образованными низкими кубовидными или призматическими клетками, с выраженной фиброзной стромой. Вместе с тем гепатоцеллюлярный и холангиоцеллюлярный компоненты могут иметь строение как высокодифференцированной, так низкодифференцированной карциномы.

Типичный подтип КХКГ с признаками стволовых клеток представлен мелкими опухолевыми клетками с гиперхромными ядрами и высоким ядерно-цитоплазматическим отношением, окружающими небольшие участки относительно дифференцированных гепатоцитов. Промежуточный подтип состоит из опухолевых клеток, имеющих признаки гепатоцеллюлярной и холангиоцеллюлярной дифференцировки. По данным Н. Kim et al [13] опухолевые клетки, характеризующиеся овальной формой и маленькими размерами с гиперх-

ромными ядрами и скудной цитоплазмой, формируют трабекулы, солидные участки и цепочки, окруженные десмопластической стромой. Помимо этого отмечают также железистоподобные структуры. Именно данный вариант ранее обозначался как промежуточная (гепатоцеллюлярная-холангиоцеллюлярная) карцинома.

Холангиоцеллюлярный подтип представлен мелкими опухолевыми клетками с гиперхромными овальными ядрами и высоким ядерно-цитоплазматическим отношением, формирующими трубчатые и анастомозирующие узорные структуры в плотной волокнистой строме. Примечательно, что в участках промежуточного и холангиоцеллюлярного подтипов отсутствуют признаки клеточного атипизма и продукции муцина [8].

Говоря о морфологическом изучении КГХК с признаками стволовых клеток, следует отметить необходимость оценки доли (площади) стволовых клеток. Так, по данным [14], КГХК, в которых площадь стволовых клеток составляла менее 5% опухолевой ткани, характеризовались лучшим прогнозом по сравнению с карциномами, содержащими более 5% стволовых клеток. Кроме того, М. Sasaki с соавт. [15] установили, что КГХК промежуточного подтипа чаще выявлялись у больных женского пола, имели более крупные размеры, а также большую долю гепатоцеллюлярного компонента и меньшую площадь фиброза. КГХК холангиоцеллюлярного подтипа характеризовалась меньшими размерами опухоли и объема гепатоцеллюлярного компонента. При данном подтипе отмечаются и более выраженные признаки воспалительной инфильтрации по сравнению с типичным подтипом [15].

Иммуногистохимическое исследование, несомненно, может быть использовано для диагностики и дифференциальной диагностики, но в качестве дополнительного исследования для уточнения фенотипа гепатоцитов или желчных протоков.

Таблица 1

Микроскопические характеристики КГХК

Гепатоцеллюлярный компонент	Холангиоцеллюлярный компонент
Трабекулярное строение	Железистые структуры
Эозинофилия цитоплазмы опухолевых клеток	Опухолевые клетки кубической формы
Выраженное ядрышко	Округлое ядрышко
Секреция желчи	Секреция муцина
Гиалиновые тельца (Маллори)	Десмопластическая строма

Гепатоцеллюлярный компонент характеризуется положительной иммуногистохимической реакцией с антителами HerPar1, pCEA, CD10 и глипикана 3 [16]. В участках холангиоцеллюлярного компонента отмечается реакция с антителами СК7, СК19 и окрашивание муцина/муцикармина. Наиболее эффективным маркером холангиоцеллюлярной дифференцировки считается выявление муцина [17], поскольку билиарные маркеры СК7 и СК19 могут выявляться и в ткани гепатоцеллюлярной карциномы [16]. По мнению D. Dusenbery [18], для дифференциальной диагностики элементов гепатоцеллюлярной карциномы и холангиокарциномы могут использоваться САМ 5.2 и АЕ1: участки гепатоцеллюлярной карциномы экспрессируют САМ5. 2, а холангиокарциномы – АЕ1. Выявление альбумина в образцах опухолевой ткани при помощи полимеразной цепной реакции считается дополнительным критерием гепатоцеллюлярного компонента, а не холангиокарциномы [19].

КГХК с признаками стволовых клеток закономерно экспрессирует маркеры стволовых клеток, в частности c-kit, NCAM и EpCAM. По данным R. Kim с соавт. [20] положительная экспрессия вышеобозначенных маркеров стволовых клеток отмечалась в ткани КГХК и гепатоцеллюлярной карциномы. Овальные прогениторные клетки (или мелкие клетки), описанные в 2003 г. N.D. Theise с соавт. [21], характеризуются очаговой положительной окраской альфа-фетопротеином и альфа-антитрипсином и отрицательной реакцией с Her-Par1, c-Kit, CHR-A и виментином.

Выявление CD44 в ткани КГХК, считающегося маркером стволовых раковых клеток, ассоциируется с плохим прогнозом и ранним развитием рецидивов [20]. Другим маркером печеночных прогениторных клеток у взрослого человека являет-

ся DLK1, выявление высокой экспрессии которого в опухолевой ткани ассоциируется с более низкими показателями выживаемости больных [14]. Соответственно, пациенты с КГХК с признаками стволовых клеток имеют худший прогноз по сравнению с большими, страдающими типичным (классическим) типом КГХК.

При выявлении промежуточного подтипа КГХК отмечается, как правило, одновременная экспрессия гепатоцитарных и билиарных маркеров. При этом в опухолевых клетках чаще определялся холангиоцеллюлярный фенотип (СК7 и СК19) по сравнению с холангиоцеллюлярным (Her-Par1) [3]. По данным J. Akiba с соавт. [22], опухолевые клетки промежуточного подтипа лучше всего определялись при помощи Аргиназы-1 и СК8. Для опухолевых клеток холангиоцеллюлярного подтипа КГХК характерна положительная экспрессия СК19 и маркеров стволовых клеток (c-Kit, NCAM1/CD56 и EpCAM) [11].

Вместе с тем следует учитывать выраженную вариабельность иммуногистохимических реакций в различных участках опухолевой ткани, обусловленную как степенью гистологической дифференцировки опухоли, так и индивидуальными особенностями опухолевых клеток (табл. 2) [23]. Более того, в элементах гепатоцеллюлярной карциномы может наблюдаться положительная экспрессия билиарных маркеров, в частности СК7 и СК19. В то же время СК19-положительные структуры гепатоцеллюлярной карциномы могут иметь нетипичные для таких карцином признаки: фиброзную строму, выраженный инфильтративный рост и внутриорганные метастазы [24]. В подобных случаях рекомендуется приготовление дополнительных гистологических препаратов, в том числе из соседних и отдаленных участков операционного материала.

Таблица 2

Имуногистохимические характеристики КГХК

Маркер	Гепатоцеллюлярный компонент	Холангиоцеллюлярный компонент
Her-Par-1	75–85%	редко позитивный
Аргиназа 1	85–95%	редко позитивный
Глипикан 3	50–80%	5%
pCEA	50–80% (каналикулярная локализация)	негативный
CD10	50–75% (каналикулярная локализация)	негативный
α-фетопротеин	30%	негативный
СК7	20–30%	более 90%
СК19	10–15%	более 75%
EpCAM	10–20%	более 90%

В целом эффективность предоперационной диагностики зависит от точности взятия биоптата, что накладывает особую ответственность на специалистов по лучевой диагностике по определению наиболее информативных участков. К сожалению, лучевая картина КГХК представляет собой гетерогенную структуру гепатоцеллюлярного и холангиоцеллюлярного компонентов. Считается, что лучевая картина определяется преобладающим компонентом, а также его подтипом.

Современный алгоритм и критерии диагностики гепатоцеллюлярной карциномы при КТ и МРТ изложены в системе (классификации) LI-RADS (Liver Imaging Reporting and Data System) [25]. Данная система представляет собой комплекс наиболее доказательных лучевых признаков дифференциальной диагностики очаговых (доброкачественных и злокачественных) образований печени, развившихся на фоне цирроза. Наиболее важными КТ признаками гепатоцеллюлярной карциномы считаются повышение контрастности образования в артериальную фазу исследования и уменьшение контрастности по сравнению с окружающей паренхимой печени в венозную фазу исследования [26]. Основными КТ признаками внутрипеченочной холангиокарциномы являются повышение контрастности в виде кольца по периферии опухоли и в участках фиброзной стромы, расширение желчных протоков и ретракция капсулы [27, 28]. Соответственно, одновременное выявление признаков гепатоцеллюлярной карциномы и холангиокарциномы свидетельствует в пользу КГХК.

Эффективным способом дифференциальной КТ диагностики новообразований печени является, на наш взгляд, количественная оценка соотношений притоков крови к опухолевому узлу по системе воротной вены и печеночной артерии [29, 30], а также степени внутриопухолевой васкуляризации [31, 32].

В то же время получение данных о внутрипеченочной локализации участков с различной лучевой картиной следует использовать, прежде всего, для прицельного биопсийного исследования, а также для последующего целенаправленного морфологического исследования операционного материала.

Таким образом, на основании проведенного анализа данных литературы можно заключить, что точная диагностика КГХК возможна лишь при помощи морфологического исследования биопсийно-операционного материала. Основным структурным признаком КГХК является сочетание

элементов гепатоцеллюлярной карциномы и внутрипеченочной холангиокарциномы. В качестве дополнительного метода рекомендуется проведение иммуногистохимического исследования с гепатоцитарными и билиарными маркерами, а также маркерами стволовых клеток. Залогом успешной диагностики и, соответственно, лечения КГХК является использование данных предоперационных лучевых исследований, позволяющих проводить прицельное взятие биоптата и целенаправленное морфологическое исследование операционного материала.

Список литературы

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2019 году. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2020. 239 с.
2. Щеголев А.И., Мишнёв О.Д. Онкоморфология печени. М.: Издательство РГМУ, 2006. 252 с.
3. Akiba J., Nakashima O., Hattori S. et al. Clinicopathologic analysis of combined hepatocellular-cholangiocarcinoma according to the latest WHO classification. *Am J Surg Pathol.* 2013. Vol. 37. P. 496–505. DOI: 10.1097/PAS.0b013e31827332b0.
4. Wells H.G. Primary carcinoma of the liver. *Am. J. Med. Scien.* 1903. Vol. 126. P. 403–417.
5. Allen R.A., Lisa J.R. Combined liver cell and bile duct carcinoma. *Am. J. Pathol.* 1949. Vol. 25. P. 647–655.
6. Goodman Z.D., Ishak K.G., Langloss J.M. et al. Combined hepatocellular-cholangiocarcinoma. A histologic and immunohistochemical study. *Cancer.* 1985. Vol. 55. P. 124–135.
7. Edmondson H.A., Steiner P.E. Primary carcinoma of the liver: a study of 100 cases among 48,900 necropsies. *Cancer.* 1954. Vol. 7. P. 462–503.
8. Theise N.D., Nakashima O., Park Y.N., Nakanuma Y. Combined hepatocellular-cholangiocarcinoma In: Bosman F.T., Carneiro F., Hruban R., Theise N.D., eds. WHO Classification of Tumours of the Digestive System Volume 3 4th ed. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2010. P. 225–227.
9. Brunt E., Aishima S., Clavien P.A. et al. cHCC-CCA: consensus terminology for primary liver carcinomas with both hepatocytic and cholangiocytic differentiation. *Hepatology.* 2018. Vol. 68. P. 113–126. DOI: 10.1002/hep.29789.
10. O'Connor K., Walsh J.C., Schaeffer D.F. Combined hepatocellular-cholangiocarcinoma (cHCC-CC): a distinct entity. *Ann Hepatol.* 2014. Vol. 13. P. 317–322.
11. Gera S., Ettl M., Acosta-Gonzalez G., Xu R. Clinical features, histology, and histogenesis of combined hepatocellular-cholangiocarcinoma. *World. J. Hepatol.* 2017. Vol. 9. P. 300–309. DOI: 10.4254/wjh.v9.i6.300.
12. Stavrou C., Rush H., Ross P. Combined hepatocellular cholangiocarcinoma (cHCC-CC): an update of genetics, molecular biology, and therapeutic interventions. *J. Hepatocell Carcinoma.* 2019. Vol. 6. P. 11–21. DOI: 10.2147/JHC.S159805.
13. Kim H., Park C., Han K.H. Primary liver carcinoma of intermediate (hepatocyte-cholangiocyte) phenotype. *J. Hepatol.* 2004. Vol. 40. P. 298–304. DOI: 10.1016/j.jhep.2003.10.023.
14. Ikeda H., Harada K., Sato Y. Clinicopathologic significance of combined hepatocellular-cholangiocarcinoma with stem cell subtype components with reference to the expression of putative stem cell markers. *Am. J. Clin. Pathol.* 2013. Vol. 140. P. 329–340. DOI: 10.1309/AJCP66A.
15. Sasaki M., Sato H., Kakuda Y. Clinicopathological significance of «subtypes with stem-cell feature» in combined

- hepatocellular-cholangiocarcinoma. *Liver Int.* 2015. Vol. 35. P. 1024–1035. DOI: 10.1111/liv.12563.
16. Щеголев А.И., Мишнев О.Д. Роль иммуногистохимического исследования для диагностики гепатоцеллюлярной карциномы // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2017. № 2–1. С. 37–41.
17. Ng I.O., Shek T.W., Nicholls J., Ma L.T. Combined hepatocellularcholangiocarcinoma: a clinicopathological study. *J. Gastroenterol Hepatol.* 1998. Vol. 13. P. 34–40. DOI: 10.1111/j.1440-1746.1998.tb00542.x.
18. Dusenbery D. Combined hepatocellular-cholangiocarcinoma. Cytologic findings in four cases. *Acta Cytol.* 1997. Vol. 41. P. 903–909. DOI: 10.1159/000332726.
19. Wee A., Nilsson B. Combined hepatocellular-cholangiocarcinoma. Diagnostic challenge in hepatic fine needle aspiration biopsy. *Acta Cytol.* 1999. Vol. 43. P. 131–138. DOI: 10.1159/000330966.
20. Kim R., Kim S.B., Cho E.H. CD44 expression in patients with combined hepatocellular cholangiocarcinoma. *Ann Surg Treat Res.* 2015. Vol. 89. P. 9–16. DOI: 10.4174/ast.2015.89.1.9.
21. Theise N.D., Yao J.L., Harada K. Hepatic «stem cell» malignancies in adults: four cases. *Histopathology.* 2003. Vol. 43. P. 263–271. DOI: 10.1046/j.1365-2559.2003.01707.x.
22. Akiba J., Nakashima O., Hattori S. The expression of arginase-1, keratin (K) 8 and K18 in combined hepatocellular-cholangiocarcinoma, subtypes with stem-cell features, intermediate cell type. *J Clin Pathol.* 2016. Vol. 69. P. 846–851. DOI: 10.1136/jclinpath-2015-203491.
23. Sciarra A., Park Y.N., Sempoux C. Updates in the diagnosis of combined hepatocellular-cholangiocarcinoma. *Human Pathol.* 2020. Vol. 96. P. 48–55. DOI: 10.1016/j.humpath.2019.11.001.
24. Kim H., Choi G.H., Na D.C. Human hepatocellular carcinomas with «Stemness»-related marker expression: keratin 19 expression and a poor prognosis. *Hepatology.* 2011. Vol. 54. P. 1707–1717. DOI: 10.1002/hep.24559.
25. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Щеголев А.И. Система LI-RADS при компьютернотомографической диагностике гепатоцеллюлярного рака // *Медицинская визуализация.* 2014. № 6. С. 44–50.
26. Ayuso C., Rimola J., Vilana R. Diagnosis and staging of hepatocellular carcinoma (HCC): current guidelines. *Eur J Radiol.* 2018. Vol. 101. P. 72–81. DOI: 10.1016/j.ejrad.2018.01.025.
27. Акинфиев Д.М., Бахмутова Е.Е., Беляков Г.А. и др. Лучевая диагностика и малоинвазивное лечение механической желтухи / Под ред. Л.С. Кокова. М.: Радиология-пресс, 2010. 259 с.
28. Maximin S., Ganeshan D.M., Shanbhogue A.K. Current update on combined hepatocellular-cholangiocarcinoma. *Eur. J. Radiol. Open.* 2014. Vol. 1. P. 40–48. DOI: 10.1016/j.ejro.2014.07.001.
29. Туманова У.Н., Дубова Е.А., Кармазановский Г.Г., Щеголев А.И. Компьютерная томография в оценке кровоснабжения гепатоцеллюлярного рака // *Анналы хирургической гепатологии.* 2013. № 4. С. 53–60.
30. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Дубова Е.А., Щеголев А.И. Сравнительный анализ степени васкуляризации гепатоцеллюлярного рака и очаговой узловой гиперплазии печени по данным компьютерно-томографического и морфологического исследований // *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2013. № 12. С. 9–15.
31. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Щеголев А.И. Денситометрические характеристики гепатоцеллюлярного рака при спиральной компьютерной томографии // *Медицинская визуализация.* 2012. № 6. С. 42–49.
32. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Щеголев А.И. Компьютерно-томографические характеристики степени васкуляризации гепатоцеллюлярного рака // *Медицинская визуализация.* 2013. № 1. С. 52–58.

УДК 616.13-004.6

РОЛЬ ТОЛЛ-ПОДОБНЫХ РЕЦЕПТОРОВ (TLR) В ПАТОГЕНЕЗЕ АТЕРОСКЛЕРОЗА

^{1,2}Чаулин А.М., ¹Григорьева Ю.В., ^{1,2}Дупляков Д.В.¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара, e-mail: alekseymichailovich22976@gmail.com;²ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер», Самара, e-mail: alekseymichailovich22976@gmail.com

Атеросклероз считается основной причиной сердечно-сосудистых заболеваний. Изучение патогенеза атеросклероза является важнейшим научно-исследовательским направлением. В патогенезе атеросклероза принимают участие множество механизмов, среди которых наиболее значимыми являются нарушения обмена липидов и иммуновоспалительные процессы. В последнее время активно изучается роль механизмов врожденной иммунной системы в патогенезе атеросклероза. Одними из ключевых компонентов врожденной иммунной системы являются Толл-подобные рецепторы (TLR). К настоящему времени было идентифицировано более 10 разновидностей TLR. TLR экспрессируются во многих клетках, включая иммунные (макрофаги, дендритные клетки) и неиммунные клетки (эпителиальные). Основная функция TLR заключается в распознавании патоген-ассоциированных молекулярных паттернов. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что TLR являются одними из ключевых организаторов иммуновоспалительного процесса при атеросклерозе. Среди TLR наиболее изученными участниками патогенеза атеросклероза являются TLR2 и TLR4. Во многих исследованиях показано, что повышение экспрессии TLR2 и TLR4 усиливает атеросклероз, а ингибирование, напротив, ослабляет. В настоящей статье суммированы данные о роли TLR в патогенезе атеросклероза, обсуждаются возможности использования TLR в качестве мишеней для терапевтического воздействия при атеросклерозе.

Ключевые слова: толл-подобные рецепторы (TLR), атеросклероз, патогенез, TLR2, TLR4

THE ROLE OF TOLL-LIKE RECEPTORS (TLR) IN THE PATHOGENESIS OF ATHEROSCLEROSIS

^{1,2}Chaulin A.M., ¹Grigoreva Yu.V., ^{1,2}Duplyakov D.V.¹Samara State Medical University, Samara, e-mail: alekseymichailovich22976@gmail.com;²Samara Regional Cardiology Dispensary, Samara, e-mail: alekseymichailovich22976@gmail.com

Atherosclerosis is considered the main cause of cardiovascular diseases. The study of the pathogenesis of atherosclerosis is the most important research area. Many mechanisms are involved in the pathogenesis of atherosclerosis, among which the most significant are disorders of lipid metabolism and immuno-inflammatory processes. Recently, the role of mechanisms of the innate immune system in the pathogenesis of atherosclerosis has been actively studied. One of the key components of the innate immune system is toll-like receptors (TLR). To date, more than 10 TLR varieties have been identified. TLR is expressed in many cells, including immune cells (macrophages, dendritic cells) and non-immune cells (epithelial cells). The main function of TLR is to recognize pathogen-associated molecular patterns. Numerous data indicate that TLR is one of the key organizers of the immune-inflammatory process in atherosclerosis. Among TLR, the most studied participants in the pathogenesis of atherosclerosis are TLR2 and TLR4. Many studies have shown that increasing the expression of TLR2 and TLR4 increases atherosclerosis, while inhibition, on the contrary, weakens it. This article summarizes the data on the role of TLR in the pathogenesis of atherosclerosis, discusses the possibility of using TLR as targets for therapeutic effects in atherosclerosis.

Keywords: toll-like receptors (TLR), atherosclerosis, pathogenesis, TLR2, TLR4

Атеросклероз вызывает сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), которые являются ведущей причиной смертности и инвалидизации населения во всем мире. В связи с этим изучение патофизиологии, поиск новых биомаркеров для ранней диагностики атеросклероза и ССЗ, а также мишеней для терапевтического воздействия является приоритетной задачей современного здравоохранения [1–4].

На данный момент известно, что в патогенезе атеросклероза принимают участие многочисленные механизмы, в числе которых особенно стоит отметить нару-

шение обмена липидов и иммуновоспалительные процессы [4–6]. Иммуновоспалительные процессы тесно связаны с нарушением обмена липидов [7]. В последнее время появляется все больше доказательств, что механизмы врожденного иммунитета могут инициировать и ускорять атеросклероз. Так, некоторые исследования связывают патогенез атеросклероза с активацией сигнальных путей врожденного иммунитета [5]. Одними из основных компонентов системы врожденного иммунитета являются Толл-подобные рецепторы (TLR).

Цель нашего обзора заключается в описании роли TLR в патогенезе атеросклероза. По ходу статьи мы последовательно рассмотрим структуру, функционирование и основные разновидности TLR, роль TLR в развитии атеросклероза, а также обсудим возможности использования TLR в качестве мишеней для воздействия терапевтических средств с целью лечения атеросклероза.

TLR: ключевые паттерн-распознающие рецепторы (PRR)

Врожденная иммунная система поддерживает наблюдение за экзогенными патогенами или повреждением клеток при помощи поверхностно-экспрессированных паттерн-распознающих рецепторов или образ-распознающих рецепторов (англ. pattern recognition receptors, PRR) [8]. PRR расположены на поверхности клетки и в цитоплазме, где они обнаруживают патоген-ассоциированные молекулярные паттерны (англ. pathogen-associated molecular pattern PAMP), такие как липополисахарид, высвобождаемые грамотрицательными бактериями, или вирусные РНК [8]. Считается также, что эти рецепторы также распознают молекулярные фрагменты, ассоциированные с повреждением (англ. damage-associated molecular pattern, DAMP), такие как высокомолекулярный белок box 1 (HMGB1) или амфотерин, секретируемый иммунными клетками при воздействии провоспалительных сигналов [9]. Семейство PRR состоит из TLR, рецепторов, подобных индуцируемой ретиновой кислотой генам I (RIG-I / RLR), рецепторов, подобных домену нуклеотид-связывающей олигомеризации (NOD-like receptors, NLR), и рецепторов лектинов С-типа (CLR) [10].

TLR являются наиболее хорошо охарактеризованными PRR, из которых 11 были идентифицированы у людей и 13 у мышей [11]. TLR экспрессируются рядом иммунных клеток, такими как макрофаги, дендритные клетки и неиммунными клетками, такими как эпителиальные клетки [11]. Такие разновидности TLR, как TLR1, TLR2, TLR4, TLR5, TLR6 и TLR11, экспрессируются во внеклеточном пространстве и распознают липопептиды [12]. Бактериальные и вирусные нуклеиновые кислоты распознаются TLR3, TLR7, TLR8, TLR9 и мышинным TLR13. Все они находятся в эндоплазматическом ретикулуме, эндосомах и лизосомах.

Было установлено, что при связывании лиганда TLR димеризуются и большинство из них образуют гомодимеры, за исключением TLR1/2, TLR2/6 и TLR4/6/CD36, которые гетеродимеризуются [12, 13]. В структуре TLR выделяют внеклеточный домен бога-

тых лейцином повторов (LRR), ответственный за обнаружение PAMP, и домен рецептора Toll /интерлейкина-1 (TIR). Последний обеспечивает TLR-опосредованную передачу сигнала. При стимуляции TLR-лигандом TIR-домен связывается с адаптерными белками TIR-домена: белком первичного ответа миелоидной дифференцировки 88 (MyD88), адаптерным белком, содержащим домен TIR (TIRAP) (также известным как MyD88-подобный адаптер или MAL) и содержащим TIR-домен адаптерным белком, активирующим интерферон-бета (TRIF), TRIF-связанной адаптерной молекулы (TRAM), в результате чего образуются два различных сигнальных пути: MyD88-зависимый и MyD88-независимый/TRIF-зависимый пути [8, 14].

Клиническое значение TLR и его сигнальных путей огромное. Показано, что TLR принимают участие в патогенезе многих заболеваний, в частности инфекционных [15], воспалительных [16], онкологических [17], атеросклероза и ССЗ и других. Ниже мы более подробно рассмотрим роль TLR в патогенезе атеросклероза и ССЗ. Что касается патогенеза атеросклероза, то на данный момент наиболее изучен вклад TLR2 и TLR4.

TLR при атеросклерозе

И у мышей, и у человека при атеросклеротических поражениях отмечается повышенная экспрессия TLR. В исследовании S. Duzendorfer с соавт. описано влияние нарушенного кровотока на эндотелий сосудов и продемонстрировано, что эндотелиальные клетки, находящиеся в условиях ламинарного кровотока *in vitro*, менее чувствительны к лигандам TLR2 [18]. Напротив, нарушенный поток вызывает повышение экспрессии TLR2 и реакцию на лиганды, что и статический кровоток, дополнительно подтверждая, что ламинарный поток снижает развитие повышенной чувствительности TLR2 к лигандам [18]. В другом исследовании снижение атерогенеза наблюдалось, когда полное истощение было получено у кроссбредных мышей TLR2^{-/-}LDLR^{-/-} (нокаутированных по TLR2 и рецепторам липопротеинов низкой плотности) по сравнению с LDLR^{-/-} мышами после 10 недель на диете с высоким содержанием жиров. На основании данного исследования ученые пришли к выводу, что открытие наводит на мысль, что избирательная экспрессия TLR2 вносит различный вклад в развитие атеросклеротического поражения [19]. A. Mullick с коллегами выявили, что экспрессия TLR2 повышена на поверхности эндотелиальных клеток в местах, предрас-

положенных к развитию атеросклероза, таких как внутренняя кривизна дуги аорты у мышей LDLR^{-/-} [20]. Работа, проведенная M. Madan и S. Amar, показала, что повышение экспрессии TLR2 способствует атеросклерозу при гиперлипидемической диете и атеросклерозу, связанному с патогенами. Так, ApoE^{+/-} TLR2^{+/+} мыши на диете с высоким содержанием жиров и/или при бактериальной инфекции имели нестабильный фенотип атеросклеротической бляшки. Это было подтверждено подробным анализом состава бляшек проксимального отдела аорты, который показал большую инфильтрацию макрофагами и апоптоз, уменьшение массы гладкомышечных клеток, большее липидное ядро и повышенные уровни провоспалительных цитокинов по сравнению с контрольными группами животных ApoE^{+/-} TLR2^{-/-} и ApoE^{+/-} TLR2^{+/-}. В аорте мышей ApoE^{+/-} TLR2^{+/+} мышей определялись повышенные уровни гельсолина – белка, связанного с актином, который предположительно увеличивает апоптоз в этой группе мышей [21]. В исследовании культур клеток атеромы человека показано, что блокада TLR2 и MyD88 ингибирует активацию (транскрипционного) фактора каппа-би (NF-κB) и продукцию матриксной металлопротеиназы (ММП), предполагая, что MyD88-опосредованная передача сигналов TLR2 вносит вклад в развитие атеросклероза у человека [22].

Некроз бляшек, как известно, возникает в результате апоптоза макрофагов при запущенных (осложненных) атеросклеротических поражениях [23]. Исследователь T. Seimon с соавт. показали, что окисленные фосфолипиды, окисленные липопротеины низкой плотности, насыщенные жирные кислоты и липопротеин (а) запускают апоптоз в макрофагах посредством механизмов, требующих участия TLR2 и CD36. Гибель макрофагов приводит к росту некротического ядра бляшки [24]. В исследовании M. Higashimori с коллегами обнаружено, что дефицит TLR2 снижает накопление пенистых клеток в подверженных поражению участках аорты у мышей ApoE^{-/-} [25], что дополнительно подтверждает выводы, полученные в исследовании A. Mullick et al. [20]. В другом исследовании дефицит TLR6 или TLR1 не уменьшал атеросклероз, вызванный диетой с высоким содержанием жиров [26], а это свидетельствует о том, что TLR6 и TLR1 по отдельности не могут значимым образом влиять на атерогенез, но, очевидно, будут действовать вместе с TLR2 как гетеродимеры [26].

У ApoE^{-/-} мышей, нокаутированных по TLR4, отмечалось снижение развития

атеросклеротических поражений; кроме того, моноциты инфильтрировали очаг атеросклеротического поражения в меньшей степени у ApoE^{-/-} TLR4^{-/-} по сравнению с ApoE^{-/-} мышами [19, 27]. Увеличение экспрессии TLR4 наблюдалось при атеросклерозе после стимуляции окисленными липопротеинами низкой плотности [28]. Генетическая делеция TLR4 уменьшает атерогенез и инфильтрацию моноцитов/макрофагов, что также сопровождается снижением уровней ИЛ-12 и моноцитарного хемоаттрактантного протеина-1 [27]. О важной роли TLR2 и TLR4 в регуляции апоптоза макрофагов и площади некротического ядра атеросклеротической бляшки сообщается также в исследованиях T. Seimon et al. [24] и L. Curtiss et al. [26].

TLR также тесно связаны с некоторыми факторами риска развития атеросклероза. Одними из наиболее важных факторов риска являются метаболические заболевания, включая сахарный диабет 2-го типа и артериальную гипертензию. Люди с диабетом 2-го типа имеют множество метаболических отклонений, и воспалительные процессы у них протекают активнее, что увеличивает риск развития атеросклероза и ССЗ [29]. В исследовании M. Dasu с соавт. изучалась экспрессия TLR2 и TLR4 в моноцитах пациентов с сахарным диабетом 2-го типа. Показано, что у субъектов с диабетом 2-го типа экспрессия TLR2 и TLR4 в моноцитах была достоверно выше, чем у контрольных пациентов ($p < 0,05$). Кроме того, у пациентов с сахарным диабетом отмечалась повышенная экспрессия MyD88, NF-κB и ряда провоспалительных цитокинов, включая ИЛ-1 и ИЛ-6 [29]. На основании полученных результатов исследователи пришли к выводу, что повышенная экспрессия TLR2 и TLR4 может вносить важный вклад в провоспалительное состояние и повышение риска развития атеросклероза и ССЗ. В другом исследовании изучалась связь TLR с артериальной гипертензией. Показано, что TLR4 участвует в регуляции артериального давления и сократимости сосудов. При введении ингибиторов TLR4 у крыс снижалось артериальное давление и сократимость сосудов, а также происходило снижение экспрессии фермента циклооксигеназы-2 (ЦОГ-2) и провоспалительного цитокина ИЛ-6 [30].

Внутриклеточный адаптерный белок MyD88, передающий сигналы от TLR, также вовлечен в патогенез атеросклероза. У мышей, нокаутированных по гену, кодирующему MyD88, происходило ослабление атеросклероза аорты за счет уменьшения образования хемокинов и рекрутирования мо-

ноцитов/макрофагов в стенку артерии. Тем самым, делеция MyD88 в макрофагах может потенциально уменьшить воспаление в атеросклеротическом очаге поражения и, таким образом, ослабить атеросклероз [31]. Однако не все исследования свидетельствуют о том, что повышенная экспрессия MyD88 усиливает атерогенез. Так, в исследовании M. Subramanian показано, что MyD88-опосредованная активация дендритных клеток оказывает противоатеросклеротический эффект за счет стимулирования генерации регуляторных Т-лимфоцитов (Treg-клетки). Treg-клетки, в свою очередь, уничтожают эффекторные Т-клетки, воспалительные макрофаги (M1 фенотип) и ослабляют рекрутирование моноцитов, подавляя продукцию моноцитарного хемоаттрактантного протеина-1 [32].

TLR как перспективные мишени для терапевтического воздействия при атеросклерозе

Функциональный анализ эндартерэктомий сонных артерий человека показал, что блокада TLR2 может оказывать благоприятное воздействие на течение атеросклероза, опосредованное ингибированием продукции провоспалительных цитокинов, хемокинов и ММП, а также ослаблением активности ядерного NF-κB [22]. Показано, что снижение экспрессии TLR2 при лечении аторвастатином вызывает антиатеросклеротический эффект в человеческих эндотелиальных клетках артерий [32]. Исследователи F. Arslan с соавт. продемонстрировали, что моноклональные антитела против TLR2 (препарат OPN-301) приводят к уменьшению инфильтрации нейтрофилов, макрофагов и Т-лимфоцитов, а также к снижению продукции провоспалительных ФНО-α, ИЛ-1α и ГМ-КСФ на мышинной модели [33]. Несколько позже F. Arslan et al. сообщили о создании первого гуманизированного антитела против TLR2 (препарат OPN-305), которое уменьшало размер инфаркта, сохраняло систолическую функцию и в конечном итоге предотвращало повреждение миокарда на экспериментальной модели ишемии/реперфузии у свиней [34, 35]. Другими исследователями в эксперименте на мышах показано, что ингибирование TLR4-опосредованной экспрессии провоспалительных цитокинов уменьшает размер атеросклеротических поражений у мышей с сахарным диабетом [36]. Показано, что антагонист TLR4 предотвращает экспрессию проатерогенных/провоспалительных факторов ИЛ-6 и ММП-9, накопление макрофагов в атеросклеротических бляшках и активность NF-κB у ApoE^{-/-} мышей [37].

Существующие до сих пор терапевтические возможности для нацеливания на TLR довольно ограничены, и необходимы дальнейшие доклинические разработки. Показано, что блокировка TLR2 и TLR4 является весьма перспективной в плане разработки препаратов для клинических испытаний. По мере разработки новых инструментов для блокирования различных TLR будет получено больше доказательств возможности и эффективности их блокады при атеросклерозе и ССЗ.

Заключение

Таким образом, согласно представленным выше сведениям, TLR играют важную роль в патогенезе атеросклероза, связывая механизмы врожденной иммунной защиты с воспалительными процессами при атеросклерозе. На данный момент хорошо изучена роль TLR2 и TLR4 в патогенезе атеросклероза. TLR2 и TLR4 представляет собой многообещающую мишень для воздействия терапевтических агентов при атеросклерозе. Дальнейшие исследования, способствующие пониманию патофизиологии атеросклероза, позволят разработать новые стратегии для борьбы с этим заболеванием в ближайшие годы.

Список литературы

1. Чаулин А.М., Карслян Л.С., Григорьева Е.В., Нурбалтаева Д.А., Дупляков Д.В. Клинико-диагностическая ценность кардиомаркеров в биологических жидкостях человека // Кардиология. 2019. Т. 59. № 11. С. 66–75.
2. Куранов А.А., Балеев М.С., Митрофанова Н.Н., Мельников В.Л. Некоторые аспекты патогенеза атеросклероза и факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний // Фундаментальные исследования. 2014. № 10–6. С. 1234–1238.
3. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. PCSK-9: современные представления о биологической роли и возможности использования в качестве диагностического маркера сердечно-сосудистых заболеваний. Ч. 1 // Кардиология: новости, мнения, обучение. 2019. Т. 7. № 2. С. 45–57.
4. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. PCSK-9: современные представления о биологической роли и возможности использования в качестве диагностического маркера сердечно-сосудистых заболеваний. Ч. 2 // Кардиология: новости, мнения, обучение. 2019. Т. 7. № 4. С. 24–35.
5. Libby P., Okamoto Y., Rocha V.Z., Folco E. Inflammation in atherosclerosis: transition from theory to practice. Circ. J. 2010. Vol. 4. № 2. P. 213–220.
6. Чаулин А.М. Участие пропротеинконвертазы субтилизин кексин типа 9 в патогенезе атеросклероза // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2020. Vol. 1. № 53. P. 111–128.
7. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В., Дупляков Д.В. Современные представления о патофизиологии атеросклероза. Ч. 1. Роль нарушения обмена липидов и эндотелиальной дисфункции (обзор литературы) // Медицина в Кузбассе. 2020. № 2. С. 34–41.
8. Newton K., Dixit V.M. Signaling in innate immunity and inflammation. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2012. Vol. 4. № 3. P. a006049.

9. Andersson U., Wang H., Palmblad K., Aveberger A.C., Bloom O., Erlandsson-Harris H., Janson A., Kokkola R., Zhang M., Yang H., Tracey K.J. High mobility group 1 protein (HMG-1) stimulates proinflammatory cytokine synthesis in human monocytes. *J. Exp. Med.* 2000. Vol. 192. № 4. P. 565–570.
10. Seneviratne A.N., Sivagurunathan B., Monaco C. Toll-like receptors and macrophage activation in atherosclerosis. *Clin Chim Acta.* 2012. Vol. 413. № 1–2. P. 3–14.
11. Akira S., Uematsu S., Takeuchi O. Pathogen recognition and innate immunity. *Cell.* 2006. Vol. 124. № 4. P. 783–801.
12. Cole J.E., Mitra A.T., Monaco C. Treating atherosclerosis: the potential of Toll-like receptors as therapeutic targets. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2010. Vol. 8. № 11. P. 1619–1635.
13. Stewart C.R., Stuart L.M., Wilkinson K., van Gils J.M., Deng J., Halle A., Rayner K.J., Boyer L., Zhong R., Frazier W.A., Lacy-Hulbert A., El Khoury J., Golenbock D.T., Moore K.J. CD36 ligands promote sterile inflammation through assembly of a Toll-like receptor 4 and 6 heterodimer. *Nat Immunol.* 2010. Vol. 11. № 2. P. 155–161.
14. Takeda K., Akira S. Toll-like receptors in innate immunity. *Int Immunol.* 2005. Vol. 17. № 1. P. 1–14.
15. Ковальчук Л.В., Свитич О.А., Ганковская Л.В., Миросниченко А.М., Ганковский В.А. Роль Toll-подобных рецепторов в патогенезе инфекционных заболеваний человека // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2012. № 2. С. 147–153.
16. Коровкина Е.С., Кажарова С.В. Роль Toll-подобных рецепторов в патогенезе воспалительных заболеваний бронхолегочной системы // Инфекция и иммунитет. 2016. Т. 6. № 2. С. 109–116.
17. Щедляков Д.В., Логунов Д.Ю., Тухватулин А.И., Шмаров М.М., Народицкий Б.С., Гинцбург А.Л. Toll-подобные рецепторы (TLR) и их значение в онкологической прогрессии // Acta Naturae (русскоязычная версия). 2010. Т. 2. № 3 (6). С. 28–37.
18. Duzendorfer S., Lee H.K., Tobias P.S. Flow-dependent regulation of endothelial Toll-like receptor 2 expression through inhibition of SP1 activity. *Circ Res.* 2004. Vol. 95. № 7. P. 684–691.
19. Mullick A.E., Tobias P.S., Curtiss L.K. Modulation of atherosclerosis in mice by Toll-like receptor 2. *J. Clin. Invest.* 2005. Vol. 115. № 11. P. 3149–3156.
20. Mullick A.E., Soldau K., Kiosses W.B., Bell T.A. 3rd, Tobias P.S., Curtiss L.K. Increased endothelial expression of Toll-like receptor 2 at sites of disturbed blood flow exacerbates early atherogenic events. *J. Exp. Med.* 2008. Vol. 205. № 2. P. 373–383.
21. Madan M., Amar S. Toll-like receptor-2 mediates diet and/or pathogen associated atherosclerosis: proteomic findings. *PLoS One.* 2008. Vol. 3. № 9. P. e3204.
22. Monaco C., Gregan S.M., Navin T.J., Foxwell B.M., Davies A.H., Feldmann M. Toll-like receptor-2 mediates inflammation and matrix degradation in human atherosclerosis. *Circulation.* 2009. Vol. 120. № 24. P. 2462–2469.
23. Tabas I. Consequences and therapeutic implications of macrophage apoptosis in atherosclerosis: the importance of lesion stage and phagocytic efficiency. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2005. Vol. 25. № 11. P. 2255–2264.
24. Seimon T.A., Nadolski M.J., Liao X., Magallon J., Nguyen M., Feric N.T., Koschinsky M.L., Harkewicz R., Witztum J.L., Tsimikas S., Golenbock D., Moore K.J., Tabas I. Atherogenic lipids and lipoproteins trigger CD36-TLR2-dependent apoptosis in macrophages undergoing endoplasmic reticulum stress. *Cell Metab.* 2010. Vol. 12. № 5. P. 467–482.
25. Higashimori M., Tatro J.B., Moore K.J., Mendelsohn M.E., Galper J.B., Beasley D. Role of toll-like receptor 4 in intimal foam cell accumulation in apolipoprotein E-deficient mice. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2011. Vol. 31. № 1. P. 50–57.
26. Curtiss L.K., Black A.S., Bonnet D.J., Tobias P.S. Atherosclerosis induced by endogenous and exogenous toll-like receptor (TLR)1 or TLR6 agonists. *J. Lipid Res.* 2012. Vol. 53. № 10. P. 2126–2132.
27. Michelsen K.S., Wong M.H., Shah P.K., Zhang W., Yano J., Doherty T.M., Akira S., Rajavashisth T.B., Ardit M. Lack of Toll-like receptor 4 or myeloid differentiation factor 88 reduces atherosclerosis and alters plaque phenotype in mice deficient in apolipoprotein E. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2004. Vol. 101. № 29. P. 10679–10684.
28. Xu X.H., Shah P.K., Faure E., Equils O., Thomas L., Fishbein M.C., Luthringer D., Xu X.P., Rajavashisth T.B., Yano J., Kaul S., Ardit M. Toll-like receptor-4 is expressed by macrophages in murine and human lipid-rich atherosclerotic plaques and upregulated by oxidized LDL. *Circulation.* 2001. Vol. 104. № 25. P. 3103–3108.
29. Dasu M.R., Devaraj S., Park S., Jialal I. Increased toll-like receptor (TLR) activation and TLR ligands in recently diagnosed type 2 diabetic subjects. *Diabetes Care.* 2010. Vol. 33. № 4. P. 861–868.
30. Bomfim G.F., Dos Santos R.A., Oliveira M.A., Giachini F.R., Akamine E.H., Tostes R.C., Fortes Z.B., Webb R.C., Carvalho M.H. Toll-like receptor 4 contributes to blood pressure regulation and vascular contraction in spontaneously hypertensive rats. *Clin Sci (Lond).* 2012. Vol. 122. № 11. P. 535–543.
31. Macritchie N., Grassia G., Sabir S.R., Maddaluno M., Welsh P., Sattar N., Ialenti A., Kurowska-Stolarska M., McInnes I.B., Brewer J.M., Garside P., Maffia P. Plasmacytoid dendritic cells play a key role in promoting atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2012. Vol. 32. № 11. P. 2569–2579.
32. Subramanian M., Thorp E., Hansson G.K., Tabas I. Treg-mediated suppression of atherosclerosis requires MYD88 signaling in DCs. *J. Clin. Invest.* 2013. Vol. 123. № 1. P. 179–188.
33. Bertocchi C., Traunwieser M., Dörler J., Hasslacher J., Joannidis M., Duzendorfer S. Atorvastatin inhibits functional expression of proatherogenic TLR2 in arterial endothelial cells. *Cell Physiol Biochem.* 2011. Vol. 28. № 4. P. 625–630.
34. Arslan F., Smeets M.B., O'Neill L.A., Keogh B., McGuirk P., Timmers L., Tersteeg C., Hofer I.E., Doevendans P.A., Pasterkamp G., de Kleijn D.P. Myocardial ischemia/reperfusion injury is mediated by leukocytic toll-like receptor-2 and reduced by systemic administration of a novel anti-toll-like receptor-2 antibody. *Circulation.* 2010. Vol. 121. № 1. P. 80–90.
35. Arslan F., Keogh B., McGuirk P., Parker A.E. TLR2 and TLR4 in ischemia reperfusion injury. *Mediators Inflamm.* 2010. Vol. 2010. P. 704202.
36. Arslan F., Houtgraaf J.H., Keogh B., Kazemi K., de Jong R., McCormack W.J., O'Neill L.A., McGuirk P., Timmers L., Smeets M.B., Akeroyd L., Reilly M., Pasterkamp G., de Kleijn D.P. Treatment with OPN-305, a humanized anti-Toll-Like receptor-2 antibody, reduces myocardial ischemia/reperfusion injury in pigs. *Circ Cardiovasc Interv.* 2012. Vol. 5. № 2. P. 279–287.
37. Ta N.N., Schuyler C.A., Li Y., Lopes-Virella M.F., Huang Y. DPP-4 (CD26) inhibitor alogliptin inhibits atherosclerosis in diabetic apolipoprotein E-deficient mice. *J. Cardiovasc Pharmacol.* 2011. Vol. 58. № 2. P. 157–166.
38. Lu Z., Zhang X., Li Y., Jin J., Huang Y. TLR4 antagonist reduces early-stage atherosclerosis in diabetic apolipoprotein E-deficient mice. *J. Endocrinol.* 2013. Vol. 216. № 1. P. 61–71.

СТАТЬИ

УДК 631.461:631.412

**ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ОБРАБОТКИ
НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ АГРОТЕМНОГУМУСОВОЙ
ГЛЕЕВОЙ ПОЧВЫ С ПОСЕВОМ *CALEGA ORIENTALIS***

Пуртова Л.Н., Киселева И.В.

*ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
Владивосток, e-mail: Purtova@biosoil.ru*

Проведены исследования физико-химических параметров и ферментативной активности почв в условиях полевого опыта с посевами козлятника восточного (*Calega orientalis*) при различных системах агротехнической обработки. Установлено неоднозначное влияние дискования и боронования почв на целлюлозоразлагающую активность. Степень обогащенности горизонта PU агротемногумусовых глеевых почв каталазой для большинства вариантов опыта оценивалась как низкая. Увеличение каталазной активности свойственно варианту с дискованием почв без удобрений и с применением более высоких доз минеральных удобрений при дисковании и бороновании (варианты $N_{90}P_{120}K_{120}$ + боронование, $N_{90}P_{120}K_{120}$ + дискование). Использование более высоких доз удобрений привело к активизации биологических процессов, что способствовало возрастанию каталазной и целлюлозоразлагающей активности. Это вызвало увеличение интегрального показателя биологического состояния почв. Между параметрами каталазой и актуальной целлюлозоразлагающей активностью установлен высокий коэффициент корреляции (r). На вариантах с боронованием $r = +0,82$, с дискованием $r = -0,82$. Различный характер связи между этими параметрами в агротемногумусовых глеевых почвах указывал на различия в протекании процессов трансформации органического вещества микрофлорой почв при различных системах обработки.

Ключевые слова: почва, гумус, физико-химические показатели почв, каталазная активность, целлюлозоразлагающая активность, агротехническая обработка

**INFLUENCE OF AGROTECHNICAL TREATMENT METHODS ON BIOLOGICAL
ACTIVITY OF AGROTHERMNOHUMUS GLEY SOIL WITH *CALEGA ORIENTALIS***

Purtova L.N., Kiseleva I.V.

*Federal scientific center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS,
Vladivostok, e-mail: Purtova@biosoil.ru*

Investigations of the physicochemical parameters and enzymatic activity of soils were carried out in a field experiment with crops of the eastern goat's rue (*Calega orientalis*) with a different system of agrotechnical processing. The controversial effect of disking and harrowing of soils on the cellulose-decomposing activity of soils has been established. The degree of enrichment of the PU horizon in agro-dark-humus gley soils with catalase was assessed as low for most of the experimental variants. An increase in catalase activity is characteristic of the variant with soil disking (without fertilizers) and with the use of higher doses of mineral fertilizers during disking and harrowing (variants $N_{90}P_{120}K_{120}$ + harrowing, $N_{90}P_{120}K_{120}$ + disking). The use of higher doses of fertilizers led to the activation of biological processes, which contributed to an increase in catalase and cellulose-decomposing activity. This caused an increase in the integral indicator of the biological state of soils. A high correlation coefficient (r) was established between the parameters of catalase and the actual cellulose-decomposing activity. On variants with harrowing $r = +0,82$; with disking $r = -0,82$. The different nature of the change in the relationship between these parameters in the PU horizon of agro-dark-humus gley soils indicated differences in the course of the transformation of organic matter by the soil microflora under different soil treatment systems.

Keywords: soil, humus, physical and chemical parameters of soils, catalase activity, cellulose-decomposing activity, agrotechnical treatment

Разработка технологических приемов повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур в Приморье – важнейшие проблемы в обеспечении продовольственной безопасности региона. При этом первостепенное значение в решении этих проблем имеет изучение и целенаправленное регулирование биохимических процессов в почве с целью создания управляемых почвенных режимов, обеспечивающих оптимальные условия для роста и продуктивности культур [1]. Исследованиями многих ученых доказана тесная

взаимозависимость между численностью, составом почвенной микробиоты и интенсивностью биологических процессов.

Одним из показателей микробиологической активности почв является её ферментативная активность, которая представляет собой многофункциональную характеристику, зависящую от свойств почвы, факторов среды, формирующих данную почву, от биологических свойств растительности и особенностей агротехники [2]. Микроорганизмы обладают мощным ферментативным аппаратом, способствующим их

участию в почвообразовании, в круговороте биогенных элементов и в поддержании плодородия почв [3–5]. Выявлена взаимосвязь между биологической активностью почв, определяющей жизнедеятельностью населяющих её микроорганизмов и продуктивностью многолетних трав [6, 7]. Комплексный показатель, характеризующий биологическую активность почв – целлюлозоразлагающая способность почвы. Скорость разложения целлюлозы влияет на скорость разложения органики в целом. При этом процесс разложения органического вещества является важным звеном мирового биогеохимического круговорота элементов и во многом определяет плодородие почв [3]. При исследовании целлюлозоразлагающей активности определяют актуальную, непосредственно в полевых условиях, и потенциальную, методом компостирования почвенных образцов в лабораторных условиях при температуре 28 °С и влажности 60% от полной влагоёмкости. В отличие от потенциальной целлюлозоразлагающей активности, актуальная активность характеризует функционирование почвенной биоты в реальных экологических условиях [8].

При изучении процессов гумусообразования важна оценка каталазной активности, поскольку в основе синтеза гумусовых компонентов почвы лежат окислительно-восстановительные процессы и по их активности можно судить о направленности процессов разложения и синтеза органических веществ [9].

На территории Приморского края, при исследовании влияния различных систем агротехнической обработки агротемногумусовых глеевых почв с внесением удобрений в посевах козлятника восточного (*Galega orientalis Lam.*) на процессы гумусоаккумуляции, основное внимание уделено активности ферментов из класса оксидоредуктаз (пероксидазы, полифенолоксидазы, каталазы), играющих важную роль в биогеогенезе гумуса [3].

Однако исследований по изучению целлюлозоразлагающей активности при различных системах агротехнической обработки почв с посевами *Galega orientalis* на территории Приморского края не проводилось. Между тем целлюлозоразрушающие микроорганизмы осуществляют не только минерализацию органических остатков, но и принимают участие в гумификации органического вещества в почвах, что определяет уровень почвенного плодородия и продуктивности биоты. В связи с этим основной целью работы была оценка ферментативной (целлюлозоразлагающей и каталазной) активности агротемногумусо-

вых глеевых почв с посевом *Calega orientalis* в горизонте PU при различных способах обработки почв (боронование, дискование) с внесением минеральных удобрений.

В задачи исследований входило:

1. Исследование физико-химических и агрохимических показателей агротемногумусовых глеевых почв.

2. Изучение каталазной и целлюлозоразлагающей активности почв при разных системах агротехнической обработки.

3. Определение интегрального показателя биологического состояния почв.

Материалы и методы исследования

Объект исследований – агротемногумусовые глеевые почвы с генетическими горизонтами: PU – AU – G – Cg. Названия почв приведено согласно классификации 2004 г. [10]. Исследования проведены на опытных полях ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», пос. Тимирязевский Уссурийского района Приморского края. Закладка опыта осуществлялась по схеме: 1) контроль; 2) боронование; 3) дискование; 4) $N_{45}P_{60}K_{60}$ без обработки; 5) $N_{45}P_{60}K_{60}$ + боронование; 6) $N_{45}P_{60}K_{60}$ + дискование; 7) $N_{90}P_{120}K_{120}$ без обработки; 8) $N_{90}P_{120}K_{120}$ + боронование; 9) $N_{90}P_{120}K_{120}$ + дискование.

Повторность опыта четырехкратная. Размер делянок: 10×10 м. Способ посева – сплошной беспокровный. Норма высева 20 кг/га всхожих семян. Глубина заделки семян 1–2 см. Сорт козлятника восточного Гале. Минеральные удобрения вносили весной до начала отрастания посевов, под боронование поперек посева, под дискование поперек рядков на глубину 8–10 см.

Агрохимические и физико-химические показатели почв определяли по общепринятым методам в почвоведении [11]. Оценка содержания и запасов гумуса проведена по грациям, предложенным Д.С. Орловым с соавт. [12], физико-химических параметров почв – по Н.М. Костенкову, В.И. Ознобихину [13].

Из показателей биологической активности почв исследована активная и потенциальная целлюлазная активность почв аппликационным методом по методу Захарченко. Целлюлозоразлагающую активность почв выражали в процентах убыли целлюлозы от исходного веса. Каталазную активность почв изучали газометрическим методом по Галстяну [9]. На основе ферментативной активности рассчитан интегральный показатель биологического состояния почв (ИПБС). Для расчета ИПБС использован подход, предложенный Р.Ф. Хасановой с соавторами [5].

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Для горизонта PU агротемногумусовых глеевых почв, в условиях полевого опыта с посевами козлятника, свойственна в основном слабокислая реакция среды (табл. 1). Обменная кислотность (рНс) изменялась от слабокислой до кислой. В связи с активизацией процесса гумусонакопления (табл. 2) прослеживалась закономерность к снижению параметров рНв и рНс во всех вариантах опыта. Гидролитическая кислотность (Нг) была низкой.

Для горизонта PU агротемногумусовых глеевых почв характерна повышенная и высокая обеспеченность подвижными формами фосфора и калия, что связано с применением минеральных удобрений.

Содержание гумуса в горизонте PU исследуемых почв согласно оценочным гра-

дациям Д.С. Орлова с соавт. [12] находилось на уровне ниже средних (варианты 1–6, 8 и 9) и средних (вариант 7) значений. Запасы гумуса в слое 0–20 см были средними во всех вариантах опыта. Наибольшее увеличение содержания гумуса по сравнению с контролем зафиксировано на варианте 7 (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀ без обработки), для которого свойственны и более высокие параметры активной и потенциальной целлюлозоразлагающей активности (табл. 3).

Потенциальная целлюлозоразлагающая активность была повышенной на вариантах с внесением высоких доз удобрений как без обработки почвы, так и при дисковании и бороновании, что соответствовало уровню сильной интенсивности разложения целлюлозы. Снижение этого показателя зафиксировано на варианте с дискованием, а также с внесением удобрений в дозе N₄₅P₆₀K₆₀ как при бороновании, так и при дисковании.

Таблица 1

Показатели физико-химических и агрохимических свойств агротемногумусовых глеевых почв (горизонт PU) с посевами козлятника восточного при разных системах агротехнической обработки

Вариант	рНв	рНс	Гидролитическая кислотность, мг/экв на 100 г почвы	P ₂ O ₅ и K ₂ O	
				мг/100 г почвы	
1. Контроль	6,25 ± 0,09	5,4 ± 0,06	5,56 ± 0,39	9,74 ± 1,87	21,6 ± 5,66
2. Боронование	6,42 ± 0,13	5,27 ± 0,22	4,27 ± 0,37	5,80 ± 0,4	13,33 ± 1,52
3. Дискование	6,51 ± 0,19	5,3 ± 0,17	3,95 ± 0,20	7,50 ± 1,44	13,89 ± 0,18
4. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	6,49 ± 0,22	5,7 ± 0,29	5,25 ± 0,58	11,62 ± 1,37	19,84 ± 0,66
5. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + боронование	6,45 ± 0,26	5,53 ± 0,25	3,84 ± 0,88	12,65 ± 0,78	14,78 ± 0,13
6. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + дискование	6,56 ± 0,15	5,56 ± 0,21	3,50 ± 0,64	11,55 ± 0,89	13,65 ± 0,61
7. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ без обработки	6,49 ± 0,22	5,70 ± 0,29	3,84 ± 0,88	15,07 ± 3,37	31,90 ± 6,64
8. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + боронование	6,61 ± 0,12	5,71 ± 0,17	3,35 ± 0,45	15,53 ± 3,16	13,70 ± 0,75
9. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + дискование	6,66 ± 0,09	5,71 ± 0,12	3,21 ± 0,20	15,50 ± 3,16	15,50 ± 0,35

Примечание. М – среднее значение; ±m – ошибка среднего.

Таблица 2

Содержание и запасы гумуса в горизонте PU агротемногумусовых глеевых почв с посевами козлятника восточного при разных системах агротехнической обработки

Вариант	Содержание гумуса, %	Запасы гумуса, т/га в слое 20 см
1. Контроль	5,60 ± 0,20	130 ± 11,8
2. Боронование	4,52 ± 0,04	101 ± 1,9
3. Дискование	4,68 ± 0,16	114 ± 4,79
4. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ (без обработки)	5,75 ± 0,20	122 ± 2,65
5. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + боронование	5,69 ± 0,05	122 ± 5,4
6. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + дискование	5,04 ± 0,25	118 ± 1,55
7. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ без обработки	6,15 ± 0,58	105 ± 0,40
8. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + боронование	5,31 ± 0,48	119 ± 10,9
9. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + дискование	4,98 ± 0,06	108 ± 0,23

Таблица 3

Актуальная (А), потенциальная (П) целлюлозоразрушающая и каталазная активность (Ка) в горизонте PU агротемногумусовых глеевых почв

Варианты опыта	M ± m		
	А, %	П, %	Ка, см ³ O ₂ /г почвы за 1 мин
1. Контроль	13,6 ± 4,3	55,2 ± 6,0	2,55 ± 0,03
2. Боронование	10,1 ± 2,7	60,5 ± 3,1	1,05 ± 0,03
3. Дискование	35,0 ± 8,9	48,4 ± 8,3	3,40 ± 0,00
4. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ без обработки	10,8 ± 2,2	55,9 ± 1,1	2,15 ± 0,02
5. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + боронование	3,4 ± 0,0	38,0 ± 5,2	2,45 ± 0,01
6. N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ + дискование	47,9 ± 15,9	44,7 ± 3,0	2,70 ± 0,00
7. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ без обработки	53,1 ± 1,6	76,0 ± 2,1	2,90 ± 0,00
8. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + боронование	60,4 ± 14,5	73,5 ± 0,4	3,35 ± 0,03
9. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + дискование	17,3 ± 1,1	64,2 ± 1,1	3,40 ± 0,01

Примечание. М – среднее значение; +m – ошибка среднего.

Актуальная целлюлозоразлагающая активность, характеризующая функционирование почвенной биоты в реальных экологических условиях, была высокой на варианте с внесением высоких доз удобрений без обработки почвы и с обработкой боронованием (варианты 7, 8).

Очень слабая и слабая актуальная целлюлозоразлагающая активность зафиксирована на контроле (1), а также на варианте с боронованием без удобрений (2) и с внесением удобрений в дозе N₄₅P₆₀K₆₀ (4, 5).

На наш взгляд, это связано с меньшим поступлением растительных остатков в предшествующем году, вызванным разреживанием посевов козлятника на данных вариантах опыта в связи с неблагоприятными климатическими условиями и переувлажнением почв. По мнению авторов [7, 14], целлюлозоразлагающая активность прямо пропорциональна количеству поступающего растительного материала, а положительное влияние продолжается в течение всего следующего вегетационного периода. Недостаток растительного материала – одна из причин снижения целлюлозоразлагающей активности.

Были установлены более высокие показатели вариабельности (V) для актуальной целлюлозоразлагающей активности. Наиболее высокие параметры V свойственны вариантам: 1 (54,4%); 2 (45,9%); 6 (57,8%); 8 (41,6%). Показатель V потенциальной целлюлозоразлагающей активности изменялся незначительно (от 3,0% до 18,8%). Исключение составил вариант 3 с дискованием (V = 29,8%). Более низкие параметры V, на наш взгляд, связаны с создающимися более однородными условиями среды (влажностью и температурой), при опреде-

лении потенциальной целлюлозоразлагающей активности в лабораторных условиях. При этом актуальная целлюлозоразлагающая активность горизонта PU агротемногумусовых глеевых почв ниже потенциальной. Это согласуется с данными других авторов, проводящих исследования на естественных дерново-подзолистых почвах [8].

Являясь отражением деструкционных и минерализационных процессов, протекание которых связано не только с гидротермическими и физико-химическими свойствами почв, целлюлозоразлагающая активность определяется и активностью ферментов, в том числе и окислительно-восстановительных. В нашей работе наряду с целлюлозоразлагающей активностью изучена каталазная активность почв. Степень обогащенности горизонта PU агротемногумусовых глеевых почв с посевами козлятника восточного оценивалась в большинстве вариантов опыта как бедная (табл. 3). Увеличение каталазной активности (до средней) установлено на вариантах 3 (дискование), 8 (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀ + боронование) 9 (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀ + дискование).

Между параметрами каталазной и актуальной целлюлозоразлагающей активности установлен высокий коэффициент корреляции (r). На вариантах с боронованием r = +0,82; с дискованием r = -0,82. Таким образом, различный характер связи между этими параметрами в агротемногумусовых глеевых почвах указывал на различия в протекании процессов трансформации органического вещества микрофлорой почв при различных системах ее обработки.

На основе параметров потенциальной, актуальной целлюлозоразлагающей актив-

ности и каталазной активности рассчитан интегральный показатель биологического состояния почв (ИПБС). Для расчета ИПБС использован метод, предложенный Р.П. Хасановой с соавт. [5]. Более высокие интегральные показатели биологического состояния почв свойственны вариантам с применением более высоких доз минеральных удобрений. ИПБС составил на варианте 7 ($N_{90}P_{120}K_{120}$ без обработки) 91%, 8 ($N_{90}P_{120}K_{120}$ + боронование) – 98,4%. Это связано с повышенной микробиологической активностью почв из-за применения удобрений и интенсификации разложения целлюлозы, что согласуется с полученными ранее данными ИПБС, рассчитанными на основе оксидоредуктазной ферментативной активности (пероксидазы, полифенолоксидазы, каталазы) [4]. Вероятно, это обусловлено усилением жизнедеятельности почвенных организмов, в том числе разлагающих клетчатку [1].

При дисковании почв ИПБС составил 73,3%. Высокие показатели ИПБС свойственны также вариантам 6 ($N_{45}P_{60}K_{60}$ + дискование – 72,5%); 9 ($N_{90}P_{120}K_{120}$ + дискование – 71%). При бороновании почв показатели ИПБС на варианте 2 (без обработки – 42,4%) и варианте 5 ($N_{45}P_{60}K_{60}$ + боронование – 42,6%) были более низкими по сравнению с контролем (57,4%). Связано это с меньшей целлюлозоразлагающей активностью на данных вариантах опыта.

Выводы

1. Проведенными исследованиями установлено: для горизонта PU агротемногумусовых глеевых почв с посевом козлятника восточного при различных системах агротехнической обработки свойственна слабокислая реакция среды, низкая гидролитическая кислотность, высокая обеспеченность фосфором и калием. Содержание гумуса находилось в основном на уровне ниже средних значений, реже – средних (вариант без обработки с повышенной дозой удобрений). Запасы гумуса были средними во всех вариантах опыта.

2. Дискование и боронование почв оказывали неоднозначное влияние на целлюлозоразлагающую активность почв. Использование более высоких доз удобрений привело к активизации биологических процессов и возрастанию как активной, так и потенциальной целлюлозоразлагающей активности. Это вызвало увеличение интегрального показателя биологического состояния почв.

3. Степень обогащенности горизонта PU агротемногумусовых глеевых почв каталазой для большинства вариантов опыта

оценивалась как низкая. Увеличение каталазной активности свойственно вариантам с дискованием почв и с применением более высоких доз минеральных удобрений при дисковании и бороновании.

4. Установлены высокие значения коэффициента корреляции (r) между параметрами целлюлозоразлагающей и каталазной активности. Различный характер связи между ними (при бороновании $r = +0,82$, дисковании $r = -0,82$) свидетельствовал о различиях в протекании процессов трансформации органического вещества микрофлорой почв при различных системах агротехнической обработки.

Список литературы

- Новиков В.М. Влияние агротехнологических приемов и погодных условий на биологическую активность темно-серой лесной почвы при возделывании зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. № 4 (20). 2016. С. 116–120.
- Мецуков С.Д., Титовская А.И., Акинчин А.В., Сегидин А.Н. Микробиологическая активность почв при различных системах земледелия // Вестник Курской ГСА. 2013. № 8. С. 57–60.
- Пряженникова О.Е. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды // Вестник КемГУ. № 3 (47). 2011. С. 10–13.
- Пуртова Л.Н., Емельянов А.Н. Показатели физико-химических свойств и биологическая активность агрогенных почв при различных приемах агротехнической обработки // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 8 (6). С. 51–56.
- Хасанова Р.В., Суяндукоев Я.Т., Семенова И.Н. Оценка экологического состояния почв степных агроэкосистем по показателям биологической активности // Вестник НВГУ. 2017. № 1. С. 103–107.
- Киреева Н.А., Багаутдинова Г.Г., Нурмухаметов Н.М. Урожайность яровой пшеницы и биологическая активность чернозема выщелоченного при обработке биопрепаратом // Проблемы агрохимии и экологии. 2017. № 1. С. 103–107.
- Li Xiao, Yimei Huang, Quanchao Zeng, Junying Zhou. Soil enzyme activities and microbial biomass response to crop types on the terraces of the Loess Plateau, China. *Journal of Soil and Sediment*. 2018. № 18. P. 1971–1980.
- Безкоровайная И.Н., Антонов Г.И., Иванов В.В., Семенкин Д.А. Биологическая активность почв после сплошных рубок в сосняках Красноярской лесостепи // Хвойные бореальной зоны. XXVII. 2010. № 3–4. С. 238–242.
- Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.
- Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумено, 2004. 341 с.
- Пансю М., Гегира Ж. Анализ почвы. СПб.: Профессия, 2014. 800 с.
- Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели оценки гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. 2004. № 4. С. 918–926.
- Костенков Н.М., Ознобихин В.И. Научное обоснование снятия и использования плодородного слоя почв при открытых разработках полезных ископаемых // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Дальнего Востока. К 75-летию образования Россельхозакадемии // Сб. науч. трудов ДВНМЦ РАСХН. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 199–200.
- Валько В.П., Щур А.В. Особенности биотехнологического земледелия. Минск: БГАУ, 2011. 196 с.

ОБЗОРЫ

УДК 691:699.86

СОВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ**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*

Теплоизоляционные материалы применяют для строительных ограждающих конструкций, трубопроводов, тепловых агрегатов и холодильных установок, чтобы обеспечить стабильный температурный режим внутри изолируемого объема за счет снижения теплового потока, проходящего через слой теплоизоляции. Для эффективной теплоизоляции необходимо, чтобы применяемый материал обладал не только низкой теплопроводностью, но и низкими значениями плотности и водопоглощения, достаточной прочностью, экологической и пожарной безопасностью, биостойкостью и свойствами, обеспечивающими его преимущества для изоляции различных поверхностей и для разных эксплуатационных условий. В данной работе рассмотрены традиционные и перспективные материалы для строительной и технической теплоизоляции, в состав которых входят преимущественно неорганические компоненты. Приведены общая характеристика, преимущества и недостатки минеральной ваты и изделий из нее, стеклообразные, жидкостекольные, асбестосодержащие и керамические теплоизоляционные материалы и изделия, композиционная теплоизоляция, в которой наполнителями являются природные и техногенные неорганические наполнители. В статье также рассматриваются перспективные на сегодняшний день силикатно-кальциевые плиты и листы, материалы и изделия для аэрогелиевой, вакуумной и отражающей теплоизоляции. Представленная информация позволяет оценить разнообразие и особенности теплоизоляционных материалов и изделий на неорганической основе.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, энергоэффективность, минеральная вата, пеностекло, асбестосодержащие материалы, легкие бетоны, перлит, вермикулит

MODERN EFFECTIVE THERMAL INSULATION MATERIALS ON INORGANIC BASE**Kolosova A.S., Pikalov E.S.***Federal Educational Institution of Higher Education Vladimir State University of a name of Alexander Grigorevich and Nikolay Grigorevich Stoletovs, Vladimir, e-mail: evgeniy-pikalov@mail.ru*

Thermal insulation materials are used for building enclosing structures, pipelines, thermal units and refrigeration units to ensure a stable temperature regime inside the insulated volume by reducing the heat flow passing through the insulation layer. For effective thermal insulation, it is necessary that the material used has not only low thermal conductivity, but also low density and water absorption values, sufficient strength, environmental and fire safety, biostability and properties that provide its advantages for insulation of various surfaces and for different operating conditions. In this article, we consider traditional and promising materials for construction and technical thermal insulation, which consist mainly of inorganic components. The General characteristics, advantages and disadvantages of mineral wool and products from it, glass-like, liquid glass, asbestos-containing and ceramic insulating materials, composite insulation in which fillers are natural and technogenic inorganic fillers. The article also considers promising today silicate-calcium plates and sheets, materials and products for aerogel, vacuum and reflective types of thermal insulation. This information allows you to evaluate the variety and features of thermal insulation materials and products on inorganic base.

Keywords: heat insulating materials, energy efficiency, mineral wool, foam glass, asbestos-containing materials, lightweight concrete, perlite, vermiculite

К теплоизоляционным относятся материалы, которые предназначены для максимально возможного снижения теплового потока, проходящего через них, и для обеспечения стабильного температурного режима внутри изолируемого объема за счет низкого коэффициента теплопроводности. По своему назначению различают строительную теплоизоляцию, применяемую для строительных ограждающих конструкций (стен, перекрытий, перегородок, фундамента и кровли) и техническую теплоизоляцию, называемую также монтажной, применяемую для оборудования, промышленных емкостей и трубопроводов.

Для строительной и технической теплоизоляции применяют множество видов теплоизоляционных материалов, называемых также утеплителями и теплоизоляторами, выбор которых основывается в основном на форме изолируемой поверхности и условиях эксплуатации, к которым относятся климатические условия, температурный режим с обеих сторон от теплоизоляции, наличие влаги и др. В связи с этим наряду с низким коэффициентом теплопроводности и малой теплоемкостью для теплоизоляционных материалов также важны низкая плотность для снижения весовой нагрузки, низкое водопоглощение, паро- и водо-

непроницаемость, которые необходимы из-за того, что при насыщении водой теплотехнические характеристики материала резко снижаются. Немаловажное значение имеют прочность, жесткость, износостойкость, морозостойкость, биостойкость, долговечность, легкость монтажа, экологическая и пожарная безопасность. В зависимости от условий эксплуатации, свойств и стоимости в каждом конкретном случае будет более эффективным тот или иной теплоизоляционный материал.

Целью данной работы является характеристика современных теплоизоляционных материалов, состоящих преимущественно из неорганических компонентов, рассмотрение особенностей, преимуществ и недостатков этих материалов.

Минераловатная теплоизоляция

Данная группа материалов является самой распространенной и широко применяемой как для строительной, так и для технической теплоизоляции. К минераловатным относятся материалы и изделия на основе волокон, получаемых из силикатных расплавов при помощи раздува струи (дутьевой метод), падения струи на вращающийся диск или валки (центробежный способ), пропускания расплава через фильеру или комбинацией этих методов (центробежно-дутьевой и центробежно-фильерно-дутьевой способы). В зависимости от сырьевого материала, из которого получают силикатный расплав, различают следующие виды минеральной ваты (минваты):

- каменная вата, получаемая из осадочных (известняки, доломиты и мергели), магматических (базальты, габбро, диабазы, диориты, граниты, синиты, пегматиты, пемза и вулканические шлаки) и метаморфических (волластониты, амфиболиты) горных пород. Глины, доломиты и известняки также используют как добавки к магматическим породам для повышения текучести расплава. Наиболее распространенной разновидностью каменной ваты является базальтовая, которая выдерживает до 700 °С, а при отсутствии добавок (базальтовое тонкое и супертонкое волокна: БТВ и БСТВ) – до 1114 °С;

- стеклянная вата (стекловата), выдерживающая до 450 °С и получаемая из стекольного боя или из стекольной шихты: смеси из кварцевого песка, доломита, соды, известняка, стекольного боя и в ряде случаев различных добавок;

- шлаковая вата (шлаковата), выдерживающая до 300 °С и выпускаемая из шлаков черной и цветной металлургии;

- каолиновая (муллитокремнеземистая, керамическая, алюмосиликатная, поли-

кристаллическая) вата, выдерживающая до 1150 °С и получаемая из технического глинозема ($Al_2O_3 > 99\%$) и кварцевого песка, иногда с добавлением хромсодержащих соединений или оксида циркония для повышения огнеупорности до 1300 °С;

- кварцевая (кремнеземная) вата, выдерживающая до 1100 °С и получаемая из чистого кварцевого песка с содержанием $SiO_2 = 96-98\%$;

- корундовая (алюмооксидная, алундовая) вата, выдерживающая до 1600 °С и получаемая из технического глинозема.

Минеральная вата может быть получена из смеси перечисленных выше сырьевых материалов, а также с использованием в качестве добавок отходов силикатной и строительной отраслей промышленности, преимущественно боя глиняного (безобжигового), керамического и силикатного кирпичей. Для снижения температуры плавления к сырьевым материалам могут добавляться бор или оксид бора [1, 2].

К минеральной также можно отнести асбестовую вату, которая выдерживает до 500 °С и в отличие от других видов минеральной ваты производится путем распушения тонковолокнистого минерала хризотила (хризотилевоый асбест, хризотил-асбест). В виде самой ваты асбестовая вата практически не используется из-за высокой канцерогенности асбестовой пыли, однако существуют смеси из асбестовой и других ват (асбоминвата).

По теплопроводности разновидности минеральных ват можно расположить в следующей последовательности: базальтовая вата ($\lambda = 0,035-0,039$ Вт/м·°С), стекловата ($\lambda = 0,03-0,052$ Вт/м·°С), шлаковата ($\lambda = 0,046-0,048$ Вт/м·°С), каменная вата ($\lambda = 0,048-0,077$ Вт/м·°С), асбестовая вата ($\lambda = 0,116-0,15$ Вт/м·°С), кремнеземная вата ($\lambda = 0,14$ Вт/м·°С), каолиновая и корундовая ваты ($\lambda = 0,16$ Вт/м·°С). При этом шлаковата характеризуется наименьшими значениями стоимости, плотности и прочности при наибольшем водопоглощении, колкостью волокон, остаточной кислотностью (негативно влияет на металлические конструкции), возможным наличием опасных веществ и радиационного фона. Стекловата характеризуется повышенными упругостью и колкостью волокон. Шлаковата и стекловата также отличаются сравнительно низкой стойкостью к отрицательным температурам: для данных ват температурный минимум составляет -60 °С, а для других минват он равен -190 °С. У каменной ваты наибольшая плотность и достаточно высокая прочность. Каолиновая, кремнеземная и корундовая ваты характеризуются наибольшими значениями

прочности и химической стойкости, что наряду с высокой термостойкостью определяет их использование для заполнения температурных швов и теплоизоляции различных печей, газоходов, дымовых труб и теплогенераторов. Для асбестовой ваты характерна высокая прочность, а для хризотилых волокон характерны невысокая стойкость к кислотам и высокая стойкость к щелочам.

Для всех минеральных ват характерны низкая стоимость, низкая теплопроводность, высокие звуко- и электроизоляционные свойства, негорючесть (позволяет использовать в качестве огнезащиты), термостойкость, химическая и биологическая стойкость. К недостаткам минеральных ват относятся высокое водопоглощение (насыщение водой повышает теплопроводность и создает мостики холода) и хрупкость волокон, поэтому их часто обрабатывают гидрофобными веществами (например, кремнийорганическими соединениями), применяют при обязательной наружной гидроизоляции и облицовке для защиты от внешних повреждений, а также в большинстве случаев используют как полуфабрикат для производства минераловатных изделий или для армирования огнестойкого (огнеупорного) бетона.

Наиболее распространенными минераловатными изделиями являются плиты (минплиты) и рулонные маты, применяемые для строительной и технической теплоизоляции. В зависимости от метода формирования различают три разновидности рулонных матов:

– рулонный минераловатный (минеральный) войлок, получаемый путем пропитки минеральной ваты различными связующими с последующим легким уплотнением. Такие маты иногда называют склеиваемыми;

– прошивные (иглопрошивные) маты, которые, как следует из названия, получают без использования связующих путем прошивки предварительно уплотненного и охлажденного минераловатного ковра при помощи суровой нити (нити повышенной толщины), шпагата, стальной проволоки, стеклянного или базальтового волокна;

– иглопробивные маты, которые получают без использования связующих путем пробивки полотна специальными иглами, совершающими возвратно-поступательные движения для перепутывания волокон.

Для изготовления минплит и рулонных матов из минерального войлока в качестве связующих, добавляемых в количестве от 1,5 до 10 мас. % (до 14–18% для битумных связующих), применяют полимерные вещества (преимущественно фенолофор-

мальдегидные смолы, а также карбамидные смолы, фенолоспирты, латексы, пластифицированные поливинилацетатные эмульсии), составы на основе нефтяных битумов или крахмала, бентонитовые и огнеупорные глины, кремнийорганические соединения, жидкое стекло и глиноземистый цемент. В зависимости от вида и количества связующего различают жесткие и полужесткие плиты, мягкие плиты (листовой войлок) и рулонный войлок.

Эластичность мягких плит и рулонных матов всех трех разновидностей позволяет использовать их для теплоизоляции трубопроводов, а твердость жестких плит облегчает отделочные работы, что позволяет успешно применять их для «мокрых» фасадов и для утепления пола под цементную стяжку. Кроме того, рулонные маты и мягкие плиты применяют для утепления кровли, перекрытий и стен с небольшой несущей нагрузкой, а жесткие плиты – для утепления при более высоких несущих нагрузках. При этом для прошивных и иглопробивных матов характерны отсутствие несущей способности и малая прочность, но у них отсутствует усадка, и они могут применяться для теплоизоляции оборудования и трубопроводов, температурный режим которых не допускает применения полимерных и битумных связующих. Полу-жесткие плиты широко применяются в производстве сэндвич-панелей [3], теплоизоляции оборудования и резервуаров, а также для теплоизоляции в каркасном и малоэтажном строительстве. С ростом жесткости плит повышается их прочность и теплопроводность. Другие свойства плит и матов, в первую очередь термостойкость, а следовательно, и область их применения также напрямую зависят от вида и количества связующего.

Существуют разновидности плит и матов, у которых с одной или двух сторон расположен обкладочный (облицовочный) материал, выполняющий армирующую (металлическая сетка, стеклосетка, стеклоткань, асбестовая ткань), паро-гидроизоляционную (битумированная бумага, пергамин, полиэтиленовая пленка) или отражающую тепловое излучение (алюминиевая фольга) функции. Следует отметить, что маты на основе всех видов минеральной ваты называют теплоизоляционными, а на основе каолиновой, кварцевой и корундовой ват – огнеупорными. Прошивные и иглопробивные маты также называют холстами, полотнами или одеялами, а фольгированные холсты – фольма-холстами. Для технической теплоизоляции также применяют рулонные маты малой ширины, называемые

полосами или лентами (получают путем продольной нарезки матов), и рулонный войлок малой толщины, называемый фетром. В строительстве для утепления криволинейных или «ломаных» поверхностей применяют также минераловатные ламели, получаемые путем нарезки минераловатных плит на бруски. Разновидностью рулонных матов являются ламельные маты, применяемые для технической изоляции и представляющие собой бруски (ламели) из каменной ваты на различных связующих, приклеиваемые к кровельному (наружному) слою из алюминиевой фольги, которая в ряде случаев армируется стекловолокном. По мнению авторов данной статьи, теплоизоляционные картон и бумага (например, базальтовый картон, керамическая бумага и т.д.) также относятся к данной группе изделий и по своей сути представляют собой плиты малой толщины (листы).

Наряду с плитами и рулонными матами к минераловатным изделиям относятся:

– Теплоизоляционные (минеральные, гибкие, уплотнительные) шнуры (жгуты) или пух-шнуры (пухшнуры), получаемые без использования связующих путем набивки минеральной ваты в оплетку из металлической проволоки, стеклянных и хлопковых нитей. В случае асбестового шнура и набивка, и оплетка выполняются из асбеста. Шнуры применяют для теплоизоляции трубопроводов, тепловых агрегатов, стыков между панелями и плитами.

– Фасонные изделия: цилиндры, полуцилиндры (скорлупы) и сегменты, получаемые по аналогичной с жесткими плитами технологии и представляющие собой специализированную теплоизоляцию для трубопроводов. Существуют фольгированные разновидности данных изделий.

– Теплоизоляционные (огнеупорные) ткани, состоящие из переплетения взаимно перпендикулярных продольных (основа) и поперечных (уток) волокон в виде нитей или жгутов из крученых волокон, которые покрывают полимерным связующим или дополняют волокнами из хлопка, лавсана или вискозы в количестве 5–18%. Существуют фольгированные ткани, называемые фольма-тканями. Ткани применяются как техническая теплоизоляция, прокладочный, огнезащитный и уплотнительный материал в различных отраслях промышленности.

– Гранулированная минеральная вата, получаемая в результате разрыва ваты на клочки или разрезкой минераловатного ковра на мелкие кусочки с последующей окаткой и просеиванием для отделения капель расплава (неволоконистых включений – корольков). Гранулированная вата

применяется для так называемой задувной (надувной, сыпучей, насыпной) теплоизоляции строительных конструкций и оборудования при помощи специализированного компрессорного оборудования или ручную.

В качестве насыпной теплоизоляции также применяется рыхлая (сыпучая, насыпная, задувная, надувная) минеральная вата, представляющая собой обрезь и отбракованные минераловатные плиты или маты, которые измельчают и при наличии синтетического связующего отжигают для повышения экологичности, снижения плотности и теплопроводности. Рыхлая минеральная вата применяется преимущественно для теплоизоляции горизонтальных поверхностей (чердаков, межэтажных перекрытий и полов), в том числе в качестве дополнения к другим видам насыпной теплоизоляции, и позволяет создать максимально ровный слой утеплителя на изолируемой поверхности.

Стеклообразная и жидкостекольная теплоизоляция

Данная группа представляет собой теплоизоляционные материалы и изделия с аморфной (стекловидной) твердой фазой, которые получают с использованием стекла, стеклообразующих минералов или жидкого стекла (силикатный клей, канцелярский клей – водный раствор силикатов натрия $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$, калия $\text{K}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ или их смеси) в качестве связующего или для получения наполнителей. Стоит отметить, что к этой группе также можно отнести минераловатные теплоизоляционные материалы на основе стекловаты, рассмотренные выше.

Наиболее распространенным материалом данной группы является ячеистое стекло (пеностекло), получаемое путем спекания тонкоизмельченных стекла, эрклеза (глыбы, образующиеся при дроблении стекломассы, застывшей при аварийной или плановой остановке стекловаренной печи), стекольного боя или некоторых природных минералов (трахиты, сиениты, нефелины, обсидианы, диатомиты, трепелы и др.) с газообразователями (известняк, доломит, антрацит и т.д.). При нагреве до температуры 800–900 °С происходит переход стеклообразователей в пластично-вязкое (пиропластичное) состояние с одновременным разложением газообразователей и вспениванием стекломассы, что позволяет получить мелкопористую ячеистую структуру материала с теплопроводностью 0,04–0,14 Вт/м·°С после охлаждения. Особенностью структуры пеностекла является наличие микропор в межпоровых стенках, поэтому общая по-

ристость материала достигает 80–95%. Пеностекло характеризуется средней для теплоизоляционных материалов прочностью, водостойкостью, низким водопоглощением, негорючестью, термостойкостью (до 300–400 °С для пеностекла на основе обычного стекла и до 1000 °С при отсутствии щелочных оксидов), огнестойкостью, морозостойкостью до -55 °С, отсутствием усадки, химической стойкостью (за исключением щелочей, плавиковой и фтороводородной кислот) и биостойкостью, хорошими электро- и звукоизоляционными свойствами, легкостью механической обработки, экологичностью. Недостатками пеностекла являются хрупкость, сравнительно высокая плотность, низкая паропроницаемость и высокая стоимость. Пеностекло выпускается в форме блоков, фасонных изделий (цилиндров и полуцилиндров) и гранул в виде песка, гравия или щебня. Изделия из пеностекла применяются в качестве строительной и технической теплоизоляции, а гранулированное пеностекло применяется в качестве заполнителя для легких бетонов и насыпной теплоизоляции [4–6].

Практически аналогичными пеностеклу по свойствам и области применения материалами являются кремнепор, выпускаемый в виде штучных изделий, и кремнезит (сиопор), являющийся насыпной теплоизоляцией или заполнителем для легких бетонов с размером частиц до 5 мм. Основой для получения этих материалов является тонкомолотое высококремнеземистое сырье с содержанием $\text{SiO}_2 > 70\text{--}80\%$: природный аморфный кремнезем (трепелы, опоки, диатомиты, туфы, трассы) и магматические породы (базальты, обсидианы, перлиты). В процессе производства высококремнеземистое сырье перемешивается с каустической содой NaOH . При нагреве этой смеси до 250–600 °С происходит формирование гидросиликата натрия $(\text{Na}_2\text{O})_m \cdot (\text{SiO}_2)_n \cdot \text{H}_2\text{O}$ (гидрогеля, кремнегеля) с последующим удалением паров воды, выполняющих роль газообразователя, и образованием вспененного стеклообразного материала [7]. Термостойкость кремнепора и кремнезита составляет 700 °С.

К теплоизоляции на основе жидкого стекла относятся материалы и изделия, которые содержат в своем составе гранулы, получаемые вспучиванием так называемого стеклосилера из жидкого стекла или из силикат-глыбы, образующейся в результате охлаждения расплава силиката натрия или калия, с добавлением тонкомолотых минеральных добавок (известняк, зола, кварцевый песок). При этом гранулы размером более 5 мм называют стеклопором, а грану-

лы размером от 0,1 до 5 мм – силипором. Эти материалы выдерживают температуры от -200 до +660 °С. Стеклопор и силипор используют как наполнители для получения штучной, заливочной и мастичной теплоизоляции. Силипор также применяют для заполнения ячеек в сотопластах (пропитанных реактопластами каркасных структур, состоящих из шестигранных ячеек и изготавливаемых из бумаги, ткани и др. материалов) с получением сотосилипоров. К наиболее распространенным теплоизоляционным материалам для строительной и технической теплоизоляции с этими наполнителями относятся:

- стеклосиликат ($\lambda = 0,05\text{--}0,07 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$), представляющий собой гранулы стеклопора или силипора, омоноличенные связующим, которым является жидкое стекло или его смесь с добавками. Существуют разновидности данного материала: обжиговый стеклосиликат ($\lambda = 0,07\text{--}0,08 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$), для которого проводится вспучивание связующего, и заливочный стеклосиликат ($\lambda = 0,06\text{--}0,08 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$), в котором связующим является самовспенивающаяся композиция на основе жидкого стекла;

- стеклофосфогель ($\lambda = 0,07 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$), являющийся аналогом обжигового стеклосиликата, в котором наполнителем является измельченный стеклопор, а в качестве связующего применяется смесь жидкого стекла и ортофосфорной кислоты;

- стеклоцемент ($\lambda = 0,07\text{--}0,1 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$), в котором связующим является цементное молоко (смесь с соотношением цемент : вода = 1 : 3–4) на основе быстротвердеющих цементов. Стоит отметить, что существует конструкционный материал с аналогичным названием, представляющий собой смесь цемента и стекловолокна;

- стеклогипс ($\lambda = 0,07\text{--}0,1 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$), в котором, как следует из названия, в качестве связующего применяются гипсовые и гипсоцементно-пуццолановые вяжущие;

- стеклополимеры ($\lambda = 0,04\text{--}0,05 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$), к которым относятся наполненные стеклопором вспененные полимеры: стеклопенополиуретан, стеклофенопласт, стеклопенкарбамид;

- стеклобитум ($\lambda = 0,045\text{--}0,07 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$), в котором связующими являются нефтяные битумы.

Из жидкостекольных теплоизоляционных материалов наиболее прочными и легкими являются стеклополимеры и стеклосиликаты, наименее прочным при наибольшей плотности – стеклогипс. Также существует пеносиликат, представляющий собой вспененное жидкое стекло с наполнителями (например, базальтовая чешуя с микрокаль-

цитом, аэросилом или каолином) или без них [8, 9] и совпадающий по названию с пеносиликатом, получаемым при вспенивании известковых вяжущих. Пеносиликат на основе жидкого стекла отличается низкими теплопроводностью ($\lambda = 0,03-0,065$ Вт/м \cdot °С) и прочностью. Для всех жидкостекольных материалов характерны среднее водопоглощение и низкая водостойкость (повышается с увеличением силикатного модуля – доли оксида кремния по отношению к доле оксида натрия или калия), поэтому часть из них может применяться при относительной влажности воздуха не более 75%, однако существуют и материалы повышенной водостойкости. Жидкостекольные теплоизоляционные материалы применяются для теплоизоляции строительных конструкций и промышленного оборудования.

Асбестосодержащая теплоизоляция

Данная группа представляет собой материалы и изделия, получаемые с использованием волокон хризотилового асбеста: минераловатные изделия (насыпной асбест, асбестовые вата, войлок, ткань, картон, бумага и шнуры), рассмотренные выше, и изделия на минеральных и полимерных связующих.

Одним из материалов данной группы является пеноасбест, который получают из распушенных асбестовых волокон и технической пены при дополнительном диспергировании при помощи химических реагентов. Пеноасбест является особо лёгким материалом ($\rho = 20-60$ кг/м 3) с термостойкостью до 400 °С и теплопроводностью 0,028–0,45 Вт/м \cdot °С.

Наиболее распространённым материалом данной группы является асбестоцемент (асбоцемент, хризотилцемент), представляющий собой цементное вяжущее с асбестовым наполнителем для получения асбестоцементных (асбестобетонных) изделий в виде листов (в том числе волнистые листы – асбестоцементный шифер), плит, труб, муфт и полуцилиндров для строительной и технической теплоизоляции.

К асбестодиатомитовым и асбестотрепельным материалам, применяемым в качестве мастик (при затворении водой) для тепловой изоляции труб и оборудования, для штукатурных работ или в производстве плит и фасонных изделий, относятся:

– Асбозурит ($\lambda = 0,144$ Вт/м \cdot °С), который выпускается в виде порошка из смеси диатомита или трепела (70%) и асбеста (30%). Разновидностью данного материала является новоасбозурит, в котором асбест наполовину заменен на асбестоцементные

отходы. Асбозурит выдерживает температуры до 600 °С;

– Асботермит ($\lambda = 0,116-0,14$ Вт/м \cdot °С), который выпускается в виде порошка из смеси диатомита или трепела (15–20%), асбеста (10–15%) и асбестоцементных отходов (70%). Асботермит выдерживает температуры до 800 °С;

– Асбослюда ($\lambda = 0,13-0,15$ Вт/м \cdot °С), которая выпускается в виде порошка из смеси диатомита или трепела (60%), асбеста (10–12%), асбестоцементных отходов (20%) и дробленой слюды (8–10%);

– Асбозонолит ($\lambda = 0,16-0,18$ Вт/м \cdot °С), который выпускается в виде порошка из смеси диатомита или трепела (70%), асбеста (15%) и вспученного вермикулита, называемого зонолитом (15%).

К асбестомагнезиальным материалам ($\lambda = 0,086-0,091$ Вт/м \cdot °С) относятся выпускаемые в виде порошков совелит, состоящий из смеси углекислых солей магния и кальция (85%), которые получают переработкой доломита (обжигом, гашением и карбонизацией), и асбеста (15%), и ньувель (асбестомагнезиальный порошок), состоящий из магнезии (85%) и асбеста (15%). Совелит применяется наравне с асбестодиатомитовыми и асбестотрепельными изделиями, а ньувель из-за высокой стоимости применяется только в качестве теплоизоляционных мастик. Эти материалы применяются при температурах до 450–500 °С.

Из асбесто-известково-кремнезёмистых материалов наиболее распространён вулканиит ($\lambda = 0,08$ Вт/м \cdot °С), который представляет собой смесь из диатомита или трепела (60%), извести-пушонки (20%), получаемой при взаимодействии оксида кальция с ограниченным количеством воды, и асбеста (20%). Название данного материала связано с тем, что изначально в состав для его производства входил вулканический пепел [10]. Вулканиит применяют в качестве теплоизоляционных мастик, а также для производства плит и фасонных изделий с автоклавной обработкой. Вулканиит применяют при температурах до 600 °С.

К асбестосодержащей теплоизоляции также относятся асбовермикулит и асбоперлит (асбестовермикулит и асбоперлит), представляющие собой смеси асбеста с вспученным вермикулитом или вспученным перлитом в виде песка. Данные виды теплоизоляции наносятся методом напыления в смеси с цементом или жидким стеклом и водой на промышленное оборудование (преимущественно паровые котлы), трубы или здания, а также применяются в качестве наполнителей для производства штучных изделий на различных связую-

щих. Стоит отметить, что аналогичный метод напыления применяется для нанесения слоя асбоминваты.

К асбестосодержащей теплоизоляции также относится материал под названием асболит, который по одним источникам представляет собой цементное вяжущее с асбестовым наполнителем (асбоцементная фанера, асбофанера) [11], по другим источникам является магниальным вяжущим со смесью опилок и асбеста в качестве заполнителя (в данном случае материал является асбестосодержащей разновидностью ксилолита) [12], а в ряде случаев под этим названием подразумевают материал, состоящий из известкового вяжущего (известки-пушонки), заполненного смесью асбеста и перлита [13]. Таким образом, асболиты фактически являются разновидностью легких бетонов на различных вяжущих, в которых заполнителями наряду с асбестом могут быть и другие материалы. Асболиты применяются в строительной и технической теплоизоляции. Стоит отметить, что под названием асболит также известен слоистый материал из листов асбокартона на резольном фенолформальдегидном связующем, применяемый наряду с асботекстолитом, в котором наполнителем является асбестовая ткань, для изготовления электротехнических и фрикционных изделий [14].

К терминам, применяемым для асбестосодержащей теплоизоляции, относится и «асбестит», который в ряде источников является синонимом терминов «асбестовое волокно», «асбестовая крошка» (мелкая фракция асбестового волокна), однако авторы данной работы считают более предпочтительной информацию, согласно которой асбестит является теплоизоляционным материалом ($\lambda = 0,3 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$), получаемым из смеси каолина (30%) и асбеста или асбестовых отходов (70%), иногда с добавлением 3–4% алебаstra и ограниченно применяемым для теплоизоляции паровых котлов и труб [15].

К данной группе материалов также относятся так называемые асбестовые маты, представляющие собой чехлы из асбестовой ткани, заполненные ньювелем, соевлитом или минватой и прошитые асбестовой нитью.

Все рассмотренные асбестосодержащие материалы и изделия за счет наличия асбеста обладают высокой прочностью, температуростойкостью, химической стойкостью и огнестойкостью, однако при этом у них повышаются хрупкость и водопоглощение, а канцерогенность асбестовых волокон снижает экологичность и является главной причиной снижения объемов ис-

пользования данной группы теплоизоляционных материалов.

Прочая теплоизоляция на неорганической основе

Наряду с рассмотренными выше материалами и изделиями в настоящее время для теплоизоляции широко применяется измельченное минеральное сырье и изделия, получаемые из него при помощи связующих или в результате высокотемпературной обработки.

Одними из наиболее распространенных теплоизоляционных материалов и изделий данной группы являются легкие бетоны, представляющие собой цементные, известковые, гипсовые, магниальные, золовые или шлаковые вяжущие или их смеси, в которых заполнителем является природное или техногенное сырье в виде щебня, гравия или песка. В дополнение к легким минеральным заполнителям в состав легких бетонов вводится кварцевый песок. Также существуют легкие бетоны, которые получают с минимальным количеством кварцевого песка или при его отсутствии и называют беспесчаными (крупнопористыми) бетонами, однако такие бетоны отличаются низкими значениями прочности и теплопроводности. В качестве теплоизоляционных также применяются беспесчаные бетоны на гранитном щебне. Разновидностью легких бетонов на гипсовых вяжущих является ферригипс или паста феррон – материал на основе гидроксидов железа и гипсового вяжущего с различными заполнителями. Стоит отметить, что изделия на основе гипсовых вяжущих в виде плит и блоков без заполнителей также применяются в качестве теплоизоляционных. К природным минеральным заполнителям, используемым для получения легких бетонов, относятся высокопористые породы: пемза, туфы (вулканические, известковые и кремнистые), тальк, известняк-ракушечник, трепел, диатомит и др. К техногенным минеральным заполнителям относятся в первую очередь отходы: зола уноса, бой кирпича и шлаки (топливный, доменный и электротермофосфорный). К заполнителям легких бетонов также относятся вспученные перлит и вермикулит (пенперлит и пеновермикулит), вспучивание которых происходит за счет удаления химически связанной воды при обжиге данных минералов, шунгизит, получаемый путем обжига шунгита (вспучивание происходит за счет углерода, содержащегося в шунгите и выгорающего при обжиге), алюмосиликатные или стеклянные микросферы, а также следующие искусственные заполнители:

– керамзит ($\lambda = 0,1-0,18$ Вт/м $^{\circ}$ С), представляющий собой овалы частицы с гладкой поверхностью и пористой структурой. Получают керамзит из легкоплавких глин, содержащих оксиды железа, карбонатные и органические примеси. При обжиге происходит переход глины в пиропластическое состояние и ее вспучивание за счет выделяющихся газов: кислорода при раскислении оксидов железа, водяного пара при удалении химически связанной воды, углекислого газа при разложении карбонатов и выгорании органических примесей;

– аглопорит ($\lambda = 0,12-0,26$ Вт/м $^{\circ}$ С), получаемый из глинистых материалов (суглинки, супеси, лессы) с добавлением выгорающих добавок (угля, золы, опилок, лигнина и др.) или топливосодержащих отходов (топливные шлаки, золы, отходы добычи сланцев и угля) с добавлением глинистых материалов. Данный материал производят путем агломерации методом спекания в результате слоевого обжига при температуре около 1000 $^{\circ}$ С с интенсивным просасыванием воздуха через слой шихты. После обжига получается так называемый корж, который дробят с получением аглопоритовых щебня и песка;

– вакулит, представляющий собой полый шарообразный наполнитель и получаемый из глины, диатомита или трепела при выгорании органических добавок (опилки, уголь, торф, лигнин, нафталин и др.). Производство вакулита позволяет использовать невспучивающееся сырье [16];

– азерит, получаемый путем плавления глинистого сырья с получением стеклообразного продукта при 1450–2000 $^{\circ}$ С, который измельчают, смешивают с глиной и коксом, опудривают огнеупорными порошками и вспучивают при 900–1000 $^{\circ}$ С. Название азерита связано с Азербайджаном, где была разработана технология его изготовления;

– термолит, представляющий собой обожженные при температурах 1100–1250 $^{\circ}$ С щебень или гранулы из диатомита, трепела, опок и др. опаловых пород;

– термозит (шлаковая пемза), получаемый плавлением металлургических и электротермофосфорных шлаков при их быстром охлаждении водой, воздухом или паром, которое сопровождается поризацией расплава. Получаемый продукт измельчают с получением термозитовых щебня и песка.

С увеличением размера частиц наполнителя и его количества в составе легкого бетона понижаются теплопроводность и прочность, повышается водопоглощение материала. В зависимости от свойств различают конструкционные, конструкционно-теплоизоляционные и теплоизоляционные

разновидности легких бетонов. Для бетонов на легких минеральных заполнителях характерны более высокие, чем для других видов теплоизоляции, значения прочности и теплопроводности, химическая стойкость, долговечность и биостойкость. К недостаткам данных материалов относятся хрупкость, среднее для теплоизоляционных материалов водопоглощение. Разновидностью легких бетонов являются ячеистые бетоны, в которых за счет газообразователя (получение газобетонов и газосиликатов), пенообразователя (получение пенобетонов и пеносиликатов) или обеих добавок (получение пеногазобетонов и газопенобетонов, газопенобетонов и газопеносиликатов) формируется пористая структура. Ячеистые бетоны могут производиться с легкими минеральными заполнителями или без них. Легкие бетоны, в том числе ячеистые, подробно рассмотрены в работе [17], выпускаются в виде штучных изделий или применяются в качестве монолитной теплоизоляции в строительстве.

Схожей с легкими бетонами по составу является группа отделочных материалов, которые называют теплыми штукатурками и применяют для наружных и внутренних работ, заделки щелей, теплоизоляции трубопроводов. К неорганическим заполнителям теплых штукатурок относятся гранулированное пеностекло, вспученные перлит и вермикулит, алюмосиликатные или стеклянные микросферы. В качестве связующей основы для наружных работ применяется цементное вяжущее, а для внутренней отделки применяются смеси на основе извести и гипса. Преимуществами теплых штукатурок являются хорошая адгезия к различным поверхностям, высокая пластичность, экологичность, негорючесть, долговечность и возможность нанесения на поверхности любой формы без использования крепежных элементов, которые могут стать мостиками холода. Недостатками теплой штукатурки являются большая масса в сыром виде, необходимость нанесения в несколько слоев с перерывами для твердения каждого слоя, среднее водопоглощение и сравнительно высокая цена.

Следующими по распространенности после легких бетонов являются керамические теплоизоляционные материалы, низкая теплопроводность которых обеспечивается высокой пористостью (более 45%), наличием сквозных и несквозных вертикальных технологических пустот (13–50% от объема) или совмещением пористости и пустот, которое реализовано в производстве поризованных керамических блоков, являющихся конструкционно-теплоизоля-

ционными изделиями [17]. Для получения пористой керамики применяют добавки, которые при обжиге выгорают (опилки, торф, уголь, полимерные отходы и др. [18–20]) или разлагаются с выделением углекислого газа или водяных паров (известняк, доломит, карбонатсодержащий гальванический шлак и др. [21–23]). Технологические пустоты в керамике в ряде случаев заполняют вспученным перлитом [24].

Для получения ячеистой керамики (пенокерамики), выпускаемой в виде блоков, используют вспучивающиеся глины, которые применяют в производстве керамзита, вводят в состав шихты газообразователь (алюминиевая пудра) или пенообразователи (клееканифольный, алюмосульфидно-нафтенный, алкилсульфатный), проводят вспучивание за счет введения в состав шихты жидкого стекла с последующими интенсивным перемешиванием под давлением или обработкой сверхвысокочастотным излучением [25]. Относительно новой разновидностью пенокерамики является материал, известный под торговым названием амуркав, который разработан в Армении и производится на основе местных легкоплавких глин и местных туфов, которые снижают температуру вспучивания глин и расширяют температурный интервал получения ячеистой структуры [26].

Среди теплоизоляционной керамики выделяют материалы с мелкопористой структурой, получаемые на основе диатомита, трепела или их смесей с глинами – диатомитовую (диатомовую) и трепельную теплоизоляции [27, 28]. Диатомитовые и трепельные изделия получают при помощи выгорающих добавок или без них. Возможность получения мелкопористой структуры связана с тем, что диатомиты и трепелы состоят из микроскопических частиц опалового вещества и кремнистых скелетов водорослей диатомей. Повышенными теплоизоляционными свойствами при меньших прочностных показателях обладают пенодиатомитовые и пенотрепельные изделия, получаемые при добавлении в шихту пенообразователей растительного происхождения: сапонины или сосновой канифоли.

Керамические теплоизоляционные блоки, фасонные изделия и так называемые легкие кирпичи применяют для заполнения каркасных стен или для изоляции труб, печей, котлов и др. теплотехнического оборудования, работающего при температурах до 900 °С (850 °С в случае пенокерамических, пенодиатомитовых и пенотрепельных изделий).

Для теплоизоляции теплотехнического оборудования, работающего при бо-

лее высоких температурах, применяются штучные изделия из легковесных огнеупоров (динасовых, шамотных, каолиновых, муллитокремнеземистых, муллитовых, циркониевых и корундовых), получаемых из огнеупорных глин или сырья с высоким содержанием оксидов кремния, алюминия и циркония. Пористость легковесных огнеупоров обеспечивается выгорающими или разлагающимися при обжиге добавками, применением пенообразующих веществ. К легковесным огнеупорам можно отнести материал, известный под торговым названием керамвол и получаемый из каолиновой ваты (70%) на связующем из бентонитовой глины (30%).

К преимуществам керамической теплоизоляции, в том числе огнеупорной, относятся сравнительно высокая прочность на сжатие и низкое водопоглощение, хорошая теплоизоляция, негорючесть, термостойкость и экологичность. Недостатками этих материалов являются хрупкость, сравнительно высокая масса и стоимость. Стоит отметить, что вспененные (вспученные) материалы с ячеистой структурой отличаются меньшими значениями теплопроводности и прочности по сравнению с пористыми материалами, а изделия с пустотами отличаются наибольшими значениями теплопроводности и прочности.

Пемза, техногенные шлаки, измельченный гипс, вспученные перлит и вермикулит, шунгизит, керамзит и другие искусственные минеральные заполнители, бой легких бетонов, в том числе ячеистых бетонов, диатомитовых и пенодиатомитовых изделий, широко применяются в качестве насыпной теплоизоляции стен, полов, чердаков и межэтажных перекрытий.

В отдельную группу выделяют перлитовые изделия, представляющие собой наполненные вспученным перлитом связующие на основе битума (перлитобитумные изделия и битумперлит), цемента (перлитобетонные изделия, перлитцемент и асбоперлитцемент), извести (перлитосиликат), гипса (гипсоперлит), жидкого стекла (перлитовый обжиговый легковес или стеклоперлит), жидкого стекла и ортофосфорной кислоты (перлитофосфогелевые изделия), силикат-глыбы и кремнефтористого натрия (перлитогелевые изделия), глинистых материалов (перлитокерамика или керамоперлитовые изделия, перлитсодержащий или перлитовый кирпич, перлитошамот), смеси глины и фосфатов (керамоперлитофосфатные изделия), фенолформальдегидной или карбаминоформальдегидной смол (перлитопластбетон или пластперлит), семиводного сульфата магния (эпсоперлит), гидроксида

натрия или его соли (термоперлит) или лигносульфоната (лигноперлит). К этой группе также относятся карбоперлит, который получают обработкой газами, содержащими CO_2 , массы из вспученного перлита и известкового связующего, и базальто-перлитовый волокнистый материал, получаемый при использовании вспученного перлита и базальтового волокна для наполнения цементного или бентонитового связующего. В зависимости от вида и количества связующего перлитовые изделия (плиты, блоки, кирпичи и фасонные изделия) отличаются теплопроводностью 0,065–0,239 Вт/м $^{\circ}\text{C}$ и могут применяться при температурах от -200 до 600–900 $^{\circ}\text{C}$. Перлитовые изделия применяются для строительной и технической теплоизоляции, отличаются средними значениями прочности и плотности, огнестойкостью и для большинства связующих экологичностью. Недостатки данных изделий связаны со сравнительно высоким водопоглощением и хрупкостью частиц вспученного перлита.

Также отдельно рассматривают вермикулитовые (зонолитовые) изделия, представляющие собой наполненные вспученным вермикулитом связующие на основе цемента (цементовермикулит, вермикулитобетон) и известковых вяжущих (силикатовермикулит) для строительной теплоизоляции, глинистого сырья (керамовермикулитовые изделия) и битумов (вермикулитобитум) для строительной и технической теплоизоляции, а также асбозонолит и асбовермикулит, рассмотренные выше. Недостатки вермикулитовых изделий связаны с высоким водопоглощением вспученного вермикулита [29].

В последнее время для теплоизоляции промышленных тепловых агрегатов и каминов, а также в качестве противопожарных перегородок стали широко применяться силикатно-кальциевые (силикат-кальциевые, кремнево-кальциевые) плиты (панели) и листы, которые получают путем приготовления водной суспензии из кремнезема или высококремнеземистых материалов и извести, заливки суспензии в форму и автоклавной обработки изделий. Во время обработки при температурах 950–1500 $^{\circ}\text{C}$ происходит реакция между оксидом кремния и карбонатом кальция с образованием силиката кальция и углекислого газа, формирующего мелкопористую структуру материала. Для дополнительного повышения пористости в состав суспензии иногда вводят пенообразователи (например, алюминиевую пудру), а для повышения прочности нередко добавляют стекловолокна, базальтовые, керамические, углеродные, полипропиленовые, целлюлозные и др. волокна. Силикат-

но-кальциевые плиты отличаются низкой теплопроводностью (0,053–0,07 Вт/м $^{\circ}\text{C}$), термостойкостью (от -200 до +1100 $^{\circ}\text{C}$), огнестойкостью, экологичностью, легкостью, высокой прочностью, биостойкостью, химической стойкостью и легкостью механической обработки. Основным недостатком данных плит является сравнительно высокая стоимость. Из данного материала могут также выпускаться сэндвич-панели, в которых средний слой сделан из полистиролбетона, и фасонные изделия.

Также в последнее время распространение получает аэрогелевая теплоизоляция для труб и промышленного оборудования в виде матов из стеклянных, керамических, полиэстеровых или карбоновых волокон, на которые нанесены аэрогели на основе оксида кремния (кварцевые аэрогели), а также оксидов алюминия, хрома или олова. Аэрогели получают из обычных гелей путем замены жидкости на газовую фазу при высоких температуре и давлении. Например, кварцевый гель получают из силикагеля, представляющего собой обезвоженный гидрогель кремниевой кислоты, который в свою очередь получают при взаимодействии жидкого стекла с серной кислотой с последующими промывкой и высушиванием. Аэрогели отличаются уникальными значениями плотности (1,9 кг/м 3), пористости (около 99%) и теплопроводности (0,013–0,019 Вт/м $^{\circ}\text{C}$ при теплопроводности воздуха 0,024 Вт/м $^{\circ}\text{C}$), термостойкостью (1200 $^{\circ}\text{C}$ для кварцевого аэрогеля), негорючестью, прочностью, несжимаемостью, звукоизоляционными свойствами, экологичностью, а при обработке специальными добавками аэрогели приобретают гидрофобность и химическую стойкость. Недостатками аэрогелей являются хрупкость и высокая стоимость. Применение волокнистых материалов со слоем аэрогеля позволяет снизить их теплопроводность примерно в два раза при сохранении остальных свойств. Существуют разработки по применению пастообразного материала с частицами аэрогеля для заполнения технологических пустот в керамических кирпичача с получением аэрокирпичей [30].

Аэрогели наряду со стекловолокном и микрокремнеземом (ультрадисперсные частицы диоксида кремния шарообразной формы) применяются в качестве неорганического сердечника (ядра) для вакуумных теплоизоляционных панелей (VIP-панели от английского vacuum insulation panels), представляющих собой пленочную оболочку из металлизированной полиэфирной пленки, алюминиевой или стальной фольги, в которой для обеспечения низкой тепло-

проводности создается вакуум, а для обеспечения жесткости, герметичности и прочности с обеих сторон пленки наносится полимерное покрытие [31–33]. VIP-панели с дополнительными декоративно-защитными оболочками и без них применяются для теплоизоляции холодильных установок и ограждающих конструкций зданий.

К неорганической также можно отнести отражающую теплоизоляцию в виде алюминиевой или стальной фольги, применяемых в качестве отражающего слоя в различных композитных изделиях или в комбинации с другими изделиями в строительной и технической теплоизоляции, а также в виде тонких алюминиевых или стальных листов, применяемых в качестве отражателей. Существуют многослойные разновидности алюминиевой фольги (альфоль, термаль), представляющие собой одну или несколько лент гофрированной бумаги, на гребни которой наклеена алюминиевая фольга. Эти многослойные композиции сочетают отражательную способность фольги и низкую теплопроводность воздушных прослоек, но отличаются малыми прочностью и водостойкостью. Другой разновидностью алюминиевой фольги является армофол, представляющий собой армированную стеклотканью или полипропиленовым волокном (армофол экстра) фольгу, которая для защиты от окружающей среды может быть покрыта полиэтиленовой пленкой (армофол А-LP). Различают виды армофола, покрытые фольгой с одной стороны, с двух сторон, пропитанные клеевым составом и имеющие с одной из сторон самоклеящийся слой.

Заключение

На сегодняшний день существует множество теплоизоляционных материалов на неорганической основе и изделий из них, что позволяет подобрать материал в зависимости от утепляемой поверхности и температурного режима. Такое разнообразие объясняется широким выбором применяемого неорганического сырья, преимущественно минеральных материалов, которые в большинстве случаев широко распространены в природе, могут быть легко синтезированы или являются крупнотоннажными техногенными отходами. Однако стоит отметить, что некоторые виды природного минерального сырья широко распространены только в определенных регионах, поэтому применение теплоизоляции на их основе в других регионах ограничено. Другим ограничением для ряда неорганических теплоизоляционных материалов является их высокая стоимость. Для всех

рассмотренных материалов и изделий можно выделить преимущества, связанные с их неорганической основой: экологичность, долговечность, термостойкость, огнестойкость и негорючесть. В сочетании со сравнительно высокими значениями прочности, хорошими тепло- и звукоизоляционными характеристиками некоторые из рассмотренных материалов можно применять в качестве конструкционных, облицовочных, звукоизоляционных, огнезащитных и др. Распространенность сырья и преимущества рассмотренных материалов и изделий являются предпосылками для их дальнейшего широкого распространения и массового применения, появления новых и совершенствования существующих теплоизоляционных материалов на неорганической основе.

Список литературы

1. Yörükoğlu A., Akkurt F., Çulha S. Investigation of boron usability in rock wool production. *Construction and Building Materials*. 2020. Vol. 243. Article 118222.
2. Wang W., Chen J., Yu J., Zhou L., Dai S., Tian W. Adjusting the melting and crystallization behaviors of ferronickel slag via partially replacing of SiO_2 by B_2O_3 for mineral wool production. *Waste Management*. 2020. Vol. 111. P. 34–40.
3. 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.
4. Минько Н.И., Пучка О.В., Евтушенко Е.И., Нарцев В.М., Сергеев С.В. Пеностекло – современный эффективный неорганический теплоизоляционный материал // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 6–4. С. 849–854.
5. Мелконян Р.Г., Суворова О.В., Макаров Д.В., Мананова Н.К. Производство стеклообразных пеноматериалов: проблемы и решения // *Вестник Кольского научного центра РАН*. 2018. Т. 10. № 1. С. 133–156.
6. Сопегин Г.В. Перспективы применения пеностекла в строительстве // *Современные технологии в строительстве. Теория и практика*. 2017. Т. 2. С. 418–424.
7. Терещенко И.М., Дормешкин О.Б., Кравчук А.П., Жих Б.П. Получение теплоизоляционных материалов на основе кремнегеля по одностадийной технологии // *Труды БГТУ. Химия и технология неорганических веществ*. 2015. № 3. С. 97–101.
8. Воробьева А.А., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. Исследование влияния температурного режима на физико-механические свойства пеносиликатного материала на основе сырья Владимирской области // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 10–1. С. 26–30.
9. Углова Т.К., Новоселова С.Н., Татаринцева О.С. Экологически чистые теплоизоляционные материалы на основе жидкого стекла // *Строительные материалы*. 2010. № 11. С. 44–46.
10. Кузнецов Ю.С., Новокрещенова С.Ю., Мороз М.Н., Тимофеева А.Ю. Асбестосодержащие композиционные материалы // *Вестник Волжского регионального отделения российской академии архитектуры и строительных наук*. 2010. № 13. С. 155–158.
11. *Техническая энциклопедия*. Т. 1. А – Аэродинамика / Под ред. Л.К. Мартенса. М.: АО «Советская энциклопедия», 1927. 440 с.
12. *Краткий технический словарь* / Под ред. А.А. Арманды, Г.П. Браило. М.-Л.: ГТТИ, 1934. 610 с.

13. Конструктивная противопожарная защита. Информационная система Sea-technics.ru. [Электронный ресурс]. URL: <http://sea-technics.ru/konstruktivnaya-protivopozharnaya-zashchita> (дата обращения 14.08.2020).
14. 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.
15. Васильев Н.Н., Исаакян О.Н., Рогинский Н.О., Смолянский Я.Б., Сокович В.А., Хачатуров Т.С. Технический железнодорожный словарь. М.: Государственное транспортное железнодорожное издательство, 1941. 2974 с.
16. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: учебное пособие для строит. спец. вузов. 2-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2004. 701 с.
17. Павлычева Е.А., Пикалов Е.С. Современные энергоэффективные конструкционные и облицовочные строительные материалы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 7. С. 76–87.
18. Андреева Ж.В., Захаров А.И. Пористая керамика с регулярной структурой // Успехи в химии и химической технологии. 2012. № 6. С. 11–13.
19. Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Применение полимерных и стекольных отходов для получения самоглазующейся облицовочной керамики // Экология и промышленность России. 2019. № 11. С. 38–42.
20. Перовская К.А., Петрина Д.Е., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Применение полимерных отходов для повышения энергоэффективности стеновой керамики // Экология промышленного производства. 2019. № 1. С. 7–11.
21. Букатин М.В. Утилизация отходов нефтепереработки и химии в производстве керамических изделий // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2015. № 2. С. 217–229. [Электронный ресурс]. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/2_2015/ogbus_2_2015_p217-229_BukatimMV_ru.pdf (дата обращения 14.08.2020).
22. Шахова В.Н., Березовская А.В., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г., Сысоев Э.П. Разработка облицовочного керамического материала с эффектом самоглазурования на основе малопластичной глины // Стекло и керамика. 2019. № 1. С. 13–18.
23. Сухарникова М.А., Пикалов Е.С. Исследование возможности производства керамического кирпича на основе малопластичной глины с добавлением гальванического шлама // Успехи современного естествознания. 2015. № 10. С. 44–47.
24. Zukowski M., Haese G. Experimental and numerical investigation of a hollow brick filled with perlite insulation. Energy and Buildings. 2010. Vol. 42. Iss. 9. P. 1402–1408.
25. Дмитриев К.С. Пористая керамика: современное состояние и перспективы // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 7. С. 152–154.
26. Амамчян М.Г. Технология получения теплоизоляционного материала на основе легкоплавких глин // Строительные материалы. 2009. № 8. С. 67–68.
27. Баранова М.Н., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. История освоения кремнистых пород // Строительные материалы. 2011. № 8. С. 4–7.
28. Торлова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Разработка энергоэффективной облицовочной керамики на основе местного сырья и стекольного боя // Экология промышленного производства. 2019. № 3. С. 22–26.
29. Rahmad A.M. Vermiculite as a construction material – A short guide for Civil Engineer. Construction and Building Materials. 2016. Vol. 125. P. 53–62.
30. Васильева И.Л., Немова Д.В. Перспективы применения аэрогелей в строительстве // Alfabuild. 2018. № 4. С. 135–145.
31. Liang Y., Wu H., Huang G., Yang J., Wang H. Thermal performance and service life of vacuum insulation panels with aerogel composite cores. Energy and Buildings. 2017. Vol. 154. P. 606–617.
32. Барабанщиков Ю.Г., Шарифуллина А.Р. Эффективность использования вакуумных теплоизоляционных панелей в строительстве // Синергия Наук. 2017. № 11. С. 815–821.
33. Ахмедов С.И., Долгов И.П., Киселев Н.Н. Новые материалы оболочек вакуумированных теплоизоляционных панелей // Огарёв-Online. 2017. № 11. [Электронный ресурс]. URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/novye-materialy-obolochek-vakuumirovannyh-teploizolyacionnyh-panelej> (дата обращения 14.08.2020).

СТАТЬИ

УДК 338.462

**ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ
ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И РАЗВИТИЯ АУТСОРСИНГА****Балдин О.В.***ФБГОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
Ростов-на-Дону, e-mail: o.baldin@yandex.ru*

В статье рассмотрены особенности функционирования и развития аутсорсинга в условиях цифровизации экономики, отражены основные направления их взаимодействия. Дано авторское определение понятия «цифровизация экономики». Отражены место и роль аутсорсинга в составе процессов цифровизации экономики. Развитие процессов цифровизации экономики показано как этап, предшествующий следующей стадии – информатизации экономики, внутренняя структура и внешняя среда которой представлены автором на соответствующих рисунках. Автором также отражены различные социально-экономические проблемы, как способствующие, так и препятствующие внедрению, использованию и перспективному развитию аутсорсинга в структуре цифровой экономики. Автором показаны особенности удаленного режима функционирования аутсорсинга, что становится возможным благодаря активному внедрению информационных систем в социально-экономическое пространство. Такой подход актуализируется в чрезвычайных условиях, что особенно ярко отразилось в событиях распространения пандемии коронавируса в 2020 г. Автором также рассматривается проблематика подготовки специалистов для перспективной работы в аутсорсинговых организациях, показаны ее актуальность, пути и способы ее осуществления как на базе учебных заведений высшего и среднего профессионального образования, так и в рамках специализированных курсов и тренингов. По результатам статьи сделаны выводы о взаимодействии процессов цифровизации экономики с различными сферами социально-экономического пространства.

Ключевые слова: цифровизация экономики, информационная экономика, аутсорсинг, коммерческая поддержка бизнес-процессов, рынок труда

**FEATURES OF MUTUAL INFLUENCE OF PROCESSES OF DIGITALISING
ECONOMY AND DEVELOP OF OUTSOURCING****Baldin O.V.***Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: o.baldin@yandex.ru*

The article considers the features of the functioning and development of outsourcing in the conditions of digitalization of the economy, reflects the main directions of their interaction. The author defines the concept of «digitalization of the economy». The place and role of outsourcing in the process of digitalization of the economy is reflected. The development of the economy digitalization processes is shown as a stage preceding the next stage – the information economy, the internal structure and external environment of which are presented by the author in the corresponding figures. The author also reflects various socio-economic problems, both contributing to and hindering the introduction, use and future development of outsourcing in the structure of the digital economy. The author shows the features of the remote mode of outsourcing, which becomes possible due to the active implementation of information systems in the socio-economic space. This approach is being updated in emergency situations, which is particularly clearly reflected in the events of the spread of the coronavirus pandemic in 2020. The author also considers the problem of training specialists for prospective work in outsourcing organizations, shows: its relevance, ways and means of its implementation both on the basis of higher and secondary vocational education institutions, and within the framework of specialized courses and trainings. Based on the results of the article, conclusions are made about the interaction of the processes of digitalization of the economy with various spheres of socio – economic space.

Keywords: digitalising of economy, information economy, outsourcing, commercial support of business processes, labour market

Целью рассмотрения данной темы является систематизация различных социально-экономических факторов, определяющих характер и динамику развития аутсорсинга в условиях цифровизации экономики.

В условиях глобализации экономики все большую роль играет значимость фактора информатизации технологических и управленческих процессов, что обусловлено развитием и усложнением технического базиса производства. Это позволяет говорить о новом направлении

в экономике – «информационной экономике». Последнее, по сути, представляет собой систему институтов и информационных отношений, способствующих устойчивому и эффективному обеспечению функционирования народного хозяйства, обеспечивающих инфраструктурные взаимосвязи с различными экономическими отраслями посредством внедрения цифровых систем передачи и обработки данных и во многом определяющих функциональность экономических структур.

Понятие информационной экономики не следует рассматривать в отрыве от других социально-экономических областей жизнедеятельности общества. Также невозможно говорить о данной отрасли как об узком, сугубо самостоятельном направлении в экономической науке, поскольку информационные технологии вообще и информационная экономика в частности в современных условиях выступают интегративным фактором функционирования экономических систем.

Одним из важнейших векторов информационной экономики является ее направленность на создание, обработку, анализ и передачу информации. Транзакции данных позволяют не только обеспечить функциональные задачи предприятий, но и осуществить их эффективное межструктурное взаимодействие, что является основным функциональным назначением информационной экономики.

Инновационная направленность информационной экономики заложена в самой ее природе, поскольку вектор развития всегда ориентирован на совершенствование механизмов взаимодействия экономических, технологических, информационных и других процессов.

Современный этап развития экономики характеризуется, в частности, высокой степенью ее цифровизации. Под термином «*цифровизация экономики*» мы понимаем *внедрение и использование цифровых информационных систем с целью повышения*

эффективности и модернизации экономических процессов.

Повышение эффективности экономических процессов проявляется в их ускорении, оптимизации механизмов функционирования и управления, улучшении экономических показателей и т.д. Модернизация реализуется посредством совершенствования методологии и инструментария управления экономическими процессами и системами, разработки, внедрения и диффузии инноваций.

Научно-технический прогресс, являясь двигателем развития технологических, экономических, социальных процессов в обществе, способствует развитию информационных процессов, а соответственно – формированию информационной экономики как новой системы управления народным хозяйством.

Взаимное влияние информационной экономики и других отраслей и сфер социально-экономического функционирования народного хозяйства представлено на рис. 1.

Процессы цифровизации экономики оказывают на нее настолько значимое воздействие, что даже появились новые, хотя и весьма спорные, криптовалютные средства, подменяющие собой традиционные функции денег. Однако отсутствие обеспеченности криптовалюты какими-либо материальными ресурсами не позволяет говорить о возможности их базисного перспективного использования как средства расчетов, накопления и инвестирования.



Рис. 1. Взаимное влияние информационной экономики и других отраслей и сфер народного хозяйства

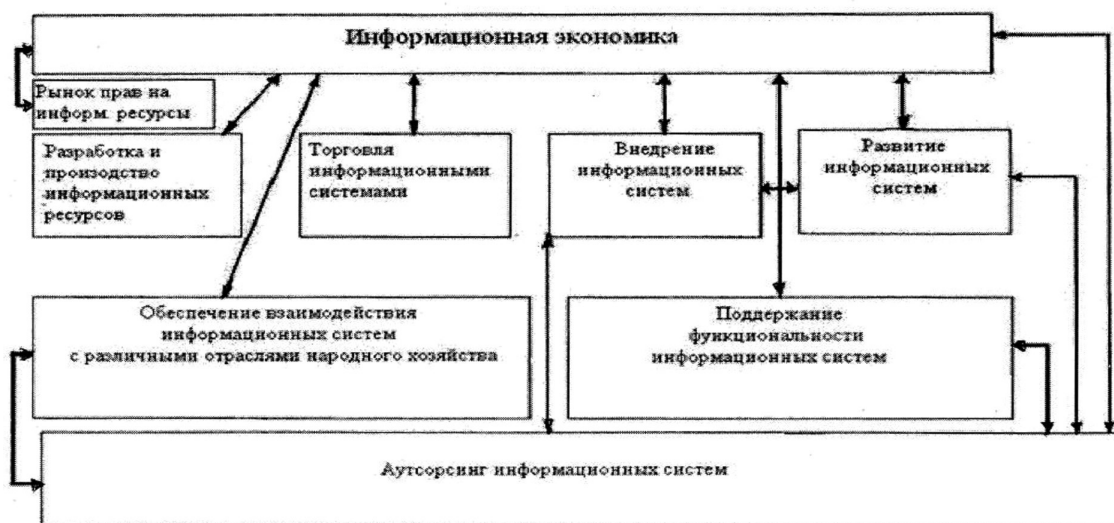


Рис. 2. Схема взаимодействия аутсорсинга и внутренней структуры информационной экономики

В современный период становления цифровой экономики информационные системы выступают связующим звеном между процессами развития, внедрения, поддержания функциональности и обеспечения устойчивого и сбалансированного взаимодействия различных отраслей народного хозяйства. Совершенство и стабильность функционирования информационных систем выступают важнейшими условиями обеспечения жизнестойкости и конкурентоспособности как отдельных предприятий, так и целых регионов.

Внутреннюю структуру информационной экономики можно представить в виде совокупности различных сегментов информационных технологий, оказывающих воздействие на функционирование экономики в целом, что представлено на рис. 2.

Все составляющие информационной экономики способствуют ее обеспечению и функционированию. Следовательно, нарушения в любом из сегментов приводят к сбоям, которые, в свою очередь, неминуемо сказываются на выполнении задач, направленных на обеспечение функционального взаимодействия информационных систем с другими отраслями народного хозяйства.

Следовательно, процессы цифровизации экономики создают высокую степень зависимости экономических процессов от качества и надежности функционирования последних. При возникновении системных сбоев в ИТ-системах нарушается система взаимодействия инфраструктурных элементов экономических систем, воз-

никают как прямые, так и косвенные экономические потери, существенно возрастают риски реализации инноваций.

Поэтому развитие профессионального аутсорсинга, ориентированного на интеграцию экономических и информационных систем и позволяющего обеспечить стабильность и надежность их функционирования, является важнейшим элементом, обеспечивающим деятельность как отдельных организаций, так и систем регионального и общегосударственного управления.

Сфера деятельности аутсорсинга направлена на обеспечение надежности функционирования инфраструктуры региональных систем управления, производственно-технологических и бизнес-процессов предприятий и организаций. В свою очередь развитие информационной экономики расширяет спектр возможностей для развития аутсорсинга, поскольку благодаря широкомасштабному внедрению информационных систем увеличивается диапазон возможностей аутсорсинга и точек его приложения, что в итоге создает дополнительный спрос на услуги аутсорсинга на рынке. Таким способом реализуется механизм взаимной катализации процессов развития информационной экономики и аутсорсинга. Следовательно, грамотная интеграция аутсорсинга с механизмами развития информационной экономики способствует их взаимному сбалансированному развитию.

Экономическая рецессия, продолжающаяся в России в течение последних нескольких лет, негативно сказывается на всех отраслях экономической деятельности.

На развитие аутсорсинга кризис оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие. К отрицательному, безусловно, следует отнести банкротство отдельных предприятий; переход от постоянного аутсорсингового обслуживания к практике выполнения разовых работ, обеспечивающих лишь устранение текущих проблем, с целью снижения расходов на аутсорсинг; сокращение расходов не только на развитие, но даже на поддержание функционирования бизнес-инфраструктуры. Эти тенденции наблюдаются как в коммерческих, так и в бюджетных организациях.

Отмеченные факторы должны приводить к сужению рынка аутсорсинга. Тем не менее одной из интересных особенностей является его положительная динамика в условиях экономического кризиса. Ряд аналитиков говорит о том, что в такие периоды возрастает потребность как коммерческих, так и бюджетных организаций в экономии финансовых ресурсов, что и является одной из основных побудительных причин сокращения штатных сотрудников и перехода на использование аутсорсинговых форм работы [1, 2].

Направленность российского рынка на импортозамещение обуславливает необходимость в снижении его зависимости от зарубежных поставщиков продукции и технологических решений. Это также способствует развитию собственной интеллектуальной собственности, сферы производства и услуг, что в свою очередь стимулирует развитие аутсорсинга и способствует повышению его эффективности, о чем, в частности, говорит Н.А. Коношенко в статье «Пять измерений эффективного аутсорсинга» [3].

Следовательно, спрос на высококвалифицированных специалистов в сфере аутсорсинга в ближайшее время будет неуклонно возрастать. Однако в условиях бурно развивающихся процессов цифровизации экономики количественный и качественный уровень их подготовки недостаточен для удовлетворения растущего спроса на рынке.

Специалисты, работающие в аутсорсинговых организациях, как правило, имеют профессиональное образование, не ориентированное на специфику работы в форме аутсорсинга. Динамика изменения спроса на вновь появляющиеся виды сервисов диктует необходимость непрерывного совершенствования соответствующих компетенций сотрудников аутсорсинговых предприятий. Это может быть реализовано как путем профессионального развития специалиста в рамках аутсорсинговой организации, так и посредством их про-

фессиональной переподготовки в учебных заведениях высшего и среднего профессионального образования, а также при проведении практических семинаров, тренингов и практикумов.

В ряде случаев овладение многими видами компетенций в рамках самообразования не представляется возможным, поскольку для реализации данной задачи часто требуются системное обучение, наличие специального методического материала, материально-технического обеспечения и т.д. Следовательно, подготовка высококонкурентных специалистов в области аутсорсинга возможна лишь посредством системного образования, направленного на развитие компетенций, учитывающих особенности профессиональной работы в условиях аутсорсинговой деятельности. Также полезным является проведение специализированных практических семинаров по проблематике внедрения аутсорсинга в бизнес-процессы в рамках самих аутсорсинговых предприятий. «Подавляющее большинство компаний (почти 90%) готовят специалистов аутсорсинга путем внутреннего обучения и переподготовки. Почти 40% компаний приобретают квалифицированных специалистов на рынке. В основном «перекупку» профессионалов практикуют крупные компании» [4].

Следует отметить, что необходимость и актуальность подготовки специалистов в области аутсорсинга обусловлены растущим рыночным спросом на данный вид услуг. Кроме того, знание специфики работы в сфере аутсорсинга необходимо при обучении студентов для различных отраслей народного хозяйства. К последним, прежде всего, можно отнести ИТ, инженерные, экономические и юридические направления образования как наиболее используемые в аутсорсинговой деятельности. Отдельные курсы лекций по аутсорсингу читаются в ряде учебных заведений по экономическим специальностям. Однако здесь аутсорсинг рассматривается преимущественно в общетеоретическом плане, а его практической направленности уделяется мало внимания.

Развитие информационных технологий вкупе с эволюцией рынка аутсорсинга позволяет по-новому рассматривать проблематику занятости населения и возможности подбора персонала.

В статье «Аутсорсинг как фактор саморегуляции рынка труда» нами были представлены способы расширения возможностей аутсорсинга посредством использования информационных технологий [5]. При этом функциональные механизмы аутсорсинга

обретают ряд специфических особенностей, среди которых можно выделить:

1) одновременную работу с несколькими заказчиками;

2) возможность занимать рабочие места в удаленном режиме;

3) возможность синхронного функционирования как на внутрирегиональном, так и на межрегиональном рынках.

Использование информационных технологий при предоставлении сервисов аутсорсинга способствует сглаживанию проблемы дисбаланса между высоким спросом и низким предложением специалистов отдельных категорий на региональных рынках. Дистанционный режим работы специалистов позволяет оперативно разрешить широкий спектр задач. Применение данной формы работы дает возможность сократить уровень трудовой миграции и снизить сопутствующие издержки, возникающие при необходимости обеспечить сотрудника жильем, выплатить «подъемные» средства, а также при физиологической и психологической адаптации специалиста к жизни в новом регионе и т.д.

Таким образом, отдельные линейки предоставляемых услуг аутсорсинга могут быть не связаны с обязательной трудовой миграцией сотрудников. Следовательно, возможность выбора поставщика услуг, не ограничиваясь рамками региона нахождения заказчика, создает дополнительную конкурентную среду в аутсорсинговой деятельности. Это, в свою очередь, ведет к росту конкуренции среди аутсорсинговых предприятий и стимулирует аутсорсеров к улучшению качественных показателей предоставляемых сервисов по более низким ценам.

По результатам проведенного анализа можно сделать заключение о том, что процессы цифровизации экономики оказывают комплексное воздействие на различные сферы социально-экономического пространства, способствуя его интеграции, оптимизации и модернизации.

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

1. В современный период развития экономики процессы интеграции экономических и цифровых информационных систем играют все более значимую роль в обеспечении ее эффективности и модернизации. Это позволяет говорить о перспективном переходе к новому этапу ее становления – информационной экономике, на котором

роль цифровых информационных систем в обеспечении ее функционирования будет не менее значимой, чем других традиционных экономических инструментов.

2. Интенсификация аутсорсинговой деятельности и одновременное расширение возможностей использования ее потенциала в условиях цифровизации экономики позволяют по-новому взглянуть на оценку и пути решения проблем поиска необходимых специалистов для обеспечения ряда направлений народного хозяйства, а также занятости населения на региональных рынках труда.

3. Одним из важнейших факторов, сдерживающих развитие аутсорсинга, является недостаточный уровень подготовки специалистов, обладающих компетенциями, ориентированными на специфику осуществления профессиональной деятельности в режиме аутсорсинга. Эффективным способом решения данной проблемы нам представляется включение в учебные планы и (или) рабочие программы высших и средних профессиональных учебных заведений отдельных спецкурсов либо проведение лекционных и практических занятий, позволяющих раскрыть студентам суть, особенности и специфику аутсорсинговой формы работы применительно к их специальности.

4. Благодаря использованию цифровых информационных технологий при выборе аутсорсинговой компании поиск контрагента в ряде случаев производится не только в рамках региона нахождения заказчика, но и на межрегиональном, в том числе на межгосударственном, уровне.

Список литературы

1. Игнатъев А.В. Алгоритм принятия решения о переводе на аутсорсинг функций в сфере ИКТ в малых и средних промышленных предприятиях // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2012. № 7(15). [Электронный ресурс]. URL: <https://soc-journal.ru/archive.html> (дата обращения: 20.06.2020).

2. Курбанов А.Х. Методика оценки целесообразности использования аутсорсинга // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5437> (дата обращения: 01.06.2020).

3. Коношенко Н.А. Пять измерений эффективного аутсорсинга // Управление производством. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uppro.ru/library/strategy/outsourcing/effektivnyi-outsourcing.html> (дата обращения: 03.06.2020).

4. Щадрин В.Г. Аутсорсинг: управление процессами и формирование регионального аутсорсингового центра: автореф. дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05. Кемерово, 2006. 22 с.

5. Балдин О.В., Матлякова Т.Е. Аутсорсинг как фактор саморегуляции рынка труда // Вестник Ессентукского института управления, бизнеса и права. 2014. Вып. 8. С. 103–109.