

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2025, ТОМ 7, № 4

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ВРАЧЕЙ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Александр Владимирович Поздняков —

д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Елена Владимировна Синельникова —

д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Александра Анатольевна Сперанская —

д. м. н., профессор, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Майя Михайловна Гребенюк — Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Сергей Сергеевич Багненко — д. м. н., профессор, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Игорь Валерьевич Бойков — д. м. н., профессор, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Алексей Васильевич Борсуков — д. м. н., профессор, Смоленский государственный медицинский университет (г. Смоленск, Российская Федерация)

Дмитрий Анатольевич Гранов — академик РАН, д. м. н., профессор, Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Таирхан Бекполатович Даутов — д. м. н., профессор, Национальный научный кардиохирургический центр (г. Астана, Казахстан)

Алексей Алексеевич Дмитращенко — д. м. н., профессор, 3 Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневского (г. Москва, Российская Федерация)

Игорь Сергеевич Железняк — д. м. н., профессор, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Ирина Эммануиловна Ицкович — д. м. н., профессор, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Наталья Александровна Карлова — д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет, медицинский факультет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Юрий Борисович Лишманов — член-корреспондент РАН, д. м. н., профессор, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН (г. Томск, Российская Федерация)

Владимир Николаевич Малаховский — д. м. н., профессор, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Андрей Владимирович Мищенко — д. м. н., профессор, Городская клиническая онкологическая больница № 1 Департамента здравоохранения города Москвы (г. Москва, Российская Федерация)

**Рецензируемый
научно-практический журнал
«Визуализация в медицине»**

Основан в 2016 году в Санкт-Петербурге.

ISSN 2658-6606 (Print)

ISSN 2658-6592 (Online)

Выпускается 4 раза в год.

Журнал реферируется РЖ ВИНТИ.

Журнал находится в открытом доступе (Open Access).

Издатели, учредители:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России (адрес: 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2)

Фонд НОИ «Здоровые дети — будущее страны» (адрес: 197371, Санкт-Петербург, ул. Парашютная, д. 31, к. 2, кв. 53).

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство: ПИ № ФС77-74241 от 02 ноября 2018 г.

*Журнал входит в Перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук
(Распоряжение № 222-р от 10.06.2024).*

Электронная версия:

<http://elibrary.ru>,

<http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>

Проект-макет: Титова Л.А.

Выпускающий редактор: Титова Л.А.

Технический редактор: Барышева А.Ю.

Корректор: Кривоносилова К.В.

Верстка: Варламова И.Н.

Адрес редакции: 194100,

Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2.

Тел./факс: (812) 295-31-55.

e-mail: lt2007@inbox.ru

Статьи просьба направлять по адресу:
lt2007@inbox.ru

<http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>

Формат 60 × 90/8. Усл.-печ. л. 7,5.

Тираж 100 экз. Распространяется бесплатно. Оригинал-макет изготовлен ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России.

Отпечатано ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская ул., д. 2. Заказ 131. Дата выхода 27.02.2026.

Статьи, опубликованные в журнале Визуализация в медицине, распространяются по лицензии «С указанием авторства» — Creative Commons Attribution 4.0 License (CC BY 4.0). Пользователи вправе копировать, распространять в любом виде и формате в любых целях и адаптировать материалы статьи (перерабатывать, видоизменять, создавать новые произведения) при соблюдении следующих условий: оформление ссылки на оригинальную публикацию в журнале «Визуализация в медицине», указание на внесение изменений (в случае адаптации).

Вадим Олегович Панов — к. м. н., Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина

(г. Москва, Российская Федерация)

Игорь Николаевич Пронин — академик РАН, д. м. н., профессор, Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко

(г. Москва, Российская Федерация)

Владимир Викторович Рязанов — д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

(г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Александр Викторович Савелло — д. м. н., профессор, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова

(г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Константин Иванович Себелев — д. м. н., профессор, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова

(г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Светлана Владимировна Серебрякова — д. м. н., профессор, Всероссийский центр экстренной

и радиационной медицины им. А.М. Никифорова

(г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Валентин Евгеньевич Сеницын — д. м. н., профессор, университетская клиника Медицинского научно-образовательного центра МГУ

им. М.В. Ломоносова (г. Москва, Российская Федерация)

Андрей Владимирович Струц — к. ф-м. н., доцент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

(г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Татьяна Николаевна Трофимова — член-корреспондент РАН, д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский

государственный университет, медицинский факультет;

Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН;

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова

(г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Андрей Александрович Тулунов — член-корреспондент РАН, д. м. н., профессор, Институт «Международный

томографический центр» Сибирского отделения РАН

(г. Новосибирск, Российская Федерация)

Игорь Евгеньевич Тюрин — д. м. н., профессор, Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования

(г. Москва, Российская Федерация)

Владимир Максимович Черемисин — д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет, медицинский факультет

(г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Владимир Александрович Фокин — д. м. н., профессор, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова

(г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

VISUALIZATION IN MEDICINE

2025, VOLUME 7, N 4

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL FOR DOCTORS

EDITOR-IN-CHIEF

Alexander V. Pozdnyakov — Dr. Sci. (Med.), Professor,
Saint Petersburg State Pediatric Medical University
(Saint Petersburg, Russian Federation)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Elena V. Sinelnikova — Dr. Sci. (Med.), Professor,
Saint Petersburg State Pediatric Medical University
(Saint Petersburg, Russian Federation)

Alexandra A. Speranskaya — Dr. Sci. (Med.), Professor,
Pavlov First Saint Petersburg State
Medical University
(Saint Petersburg, Russian Federation)

EXECUTIVE SECRETARY

Maya M. Grebenyuk — Saint Petersburg State Pediatric
Medical University
(Saint Petersburg, Russian Federation)

EDITORIAL BOARD

Sergey S. Bagnenko — Dr. Sci. (Med.), Professor,
National Medical Research Center of Oncology
named after N.N. Petrov
(Saint Petersburg, Russian Federation)

Igor V. Boykov — Dr. Sci. (Med.), Professor,
Military Medical Academy named after S.M. Kirov
(Saint Petersburg, Russian Federation)

Alexey V. Borsukov — Dr. Sci. (Med.), Professor,
Smolensk State Medical University
(Smolensk, Russian Federation)

Dmitriy A. Granov — Academician of the RAS,
Dr. Sci. (Med.), Professor,
Russian Scientific Center of Radiology and Surgical
Technologies named after Academician A.M. Granov
(Saint Petersburg, Russian Federation)

Tairhan B. Dautov — Dr. Sci. (Med.), Professor, National
Scientific Cardiac Surgery Center (Astana, Kazakhstan)

Alexey A. Dmitrashchenko — Dr. Sci. (Med.), Professor,
3 Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky
(Moscow, Russian Federation)

Igor S. Zheleznyak — Dr. Sci. (Med.), Professor,
Military Medical Academy named after S.M. Kirov
(Saint Petersburg, Russian Federation)

Irina E. Itskovich — Dr. Sci. (Med.), Professor,
North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov
(Saint Petersburg, Russian Federation)

Natalia A. Karlova — Dr. Sci. (Med.), Professor,
Saint Petersburg State University, Faculty of Medicine
(Saint Petersburg, Russian Federation)

Yuriy B. Lishmanov — Corresponding Member of the RAS,
Dr. Sci. (Med.), Professor, Tomsk National Research
Medical Center of the RAS (Tomsk, Russian Federation)

Vladimir N. Malakhovskiy — Dr. Sci. (Med.), Professor,
Military Medical Academy named after S.M. Kirov
(Saint Petersburg, Russian Federation)

Andrey V. Mishchenko — Dr. Sci. (Med.), Professor,
City Clinical Oncology Hospital No. 1 of the Moscow City
Health Department (Moscow, Russian Federation)

Peer-reviewed scientific and practical journal

Visualization in Medicine

Founded in 2016 in Saint Petersburg.

ISSN 2658-6606 (Print)

ISSN 2658-6592 (Online)

Issued 4 times a year.

The journal is refereed by RJ VINITI.

The journal is Open Access.

Publishers, founders:

Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education
“Saint Petersburg State Pediatric Medical
University” of the Ministry of Health
of the Russian Federation
(Address: 2 Litovskaya str., Saint Petersburg
194100 Russian Federation)
NOI Foundation “Healthy Children —
the Future of the Country”
(Address: 31, bldg. 2, apt. 53
Parashyutnaya str., Saint Petersburg 197371
Russian Federation).

The journal is registered by the Federal
Service for Supervision of Communications,
Information Technology, and Mass Media
(ROSKOMNADZOR)

PI N FS77-74241 November 02, 2018.

*The Journal is in the List of the leading
academic journals and publications
of the Supreme Examination Board
(VAK) publishing the results of doctorate
theses
(Order N 222-r dated 10.06.2024).*

Electronic version:

<http://elibrary.ru>,

<http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>

Layout project: Titova L.A.

Commissioning editor: Titova L.A.

Technical editor: Barysheva A.Yu.

Proof-reader: Krivonosikova K.V.

Layout: Varlamova I.N.

Address for correspondence:

2 Litovskaya str., Saint Petersburg 194100
Russian Federation.

Tel/Fax: +7 (812) 295-31-55.

e-mail: lt2007@inbox.ru

Please send articles to:

lt2007@inbox.ru

<http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>

Format 60 × 90/8. Cond.-printed sheets 7,5.

Circulation 100. Distributed for free.

The original layout is made

Saint Petersburg State Pediatric
Medical University.

Printed by Saint Petersburg State Pediatric
Medical University. 2 Litovskaya str.,
Saint Petersburg 194100
Russian Federation.

Order 131. Release date 27.02.2026.

“Visualization in Medicine” is an open ac-
cess journal which means that everybody
can read, download, copy, distribute, print,
search, or link to the full texts of these arti-
cles in accordance with Creative Commons
Attribution 4.0 License (CC BY 4.0).

Vadim O. Panov — Cand. Sci. (Med.), National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin (Moscow, Russian Federation)

Igor N. Pronin — Academician of the RAS, Dr. Sci. (Med.), Professor, Research Institute of Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko (Moscow, Russian Federation)

Vladimir V. Ryazanov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Saint Petersburg State Pediatric Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)

Alexander V. Savello — Dr. Sci. (Med.), Professor, Military Medical Academy named after S.M. Kirov (Saint Petersburg, Russian Federation)

Konstantin I. Sebelev — Dr. Sci. (Med.), Professor, Almazov National Medical Research Centre (Saint Petersburg, Russian Federation)

Svetlana V. Serebryakova — Dr. Sci. (Med.), Professor, All-Russian Center for Emergency and Radiation Medicine named after A.M. Nikiforov (Saint Petersburg, Russian Federation)

Valentin E. Sinitsyn — Dr. Sci. (Med.), Professor, University Clinic of the Medical Research and Educational Center of Moscow State University named after M.V. Lomonosov (Moscow, Russian Federation)

Andrey V. Struts — Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Saint Petersburg State Pediatric Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)

Tatiana N. Trofimova — Corresponding Member of the RAS, Dr. Sci. (Med.), Professor, Saint Petersburg State University, Faculty of Medicine; Institute of the Human Brain named after N.P. Bekhtereva of the RAS; Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)

Andrey A. Tulupov — Corresponding Member of the RAS, Dr. Sci. (Med.), Professor, Institute “International Tomographic Center” of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russian Federation)

Igor E. Tyurin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (Moscow, Russian Federation)

Vladimir M. Cheremisin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Saint Petersburg State University, Faculty of Medicine (Saint Petersburg, Russian Federation)

Vladimir A. Fokin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Almazov National Medical Research Centre (Saint Petersburg, Russian Federation)



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

❖ ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

В.И. Горбань
Цифровая трансформация службы анестезиологии
и реанимации: опыт разработки и оценки
эффективности образовательной программы.....6

*Е.М. Грызунова, А.Н. Баранов,
Е.В. Синельникова, Э.Н. Столова,
У.А. Струпенева*
Ультразвуковые особенности плаценты
и патолого-гистологические характеристики
последа при табакокурении беременных..... 14

❖ ОБЗОРЫ

*А.А. Тихомирова, П.А. Ганичев,
М.А. Дохов, А.В. Леванчук*
Проблемы оценки качества компьютерного анализа
медицинских изображений23

*А.А. Тихомирова, К.С. Ефремова, М.А. Дохов,
Н.А. Дементьев, В.Е. Стернин*
Современные подходы к выявлению клеточных ядер
на гистологических микропрепаратах31

❖ КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

*А.А. Дерягина, С.П. Нарзиева, А.В. Поздняков,
Д.А. Малеков, Н.В. Марченко, Е.В. Синельникова,
О.Ф. Позднякова, И.П. Арешев, А.В. Алхазисвили*
Крестцово-копчиковая тератома у плода:
возможности комплексного лучевого обследования40

*Э.Н. Столова, Е.В. Синельникова,
Н.В. Марченко, И.А. Баулин, Е.М. Грызунова,
Н.В. Крашенинникова, У.А. Струпенева,
А.В. Синицына*
Ультразвуковые особенности ангиомиолипом
при туберозном склерозе у детей46

❖ ИНФОРМАЦИЯ

Правила для авторов55

❖ ORIGINAL PAPERS

V.I. Gorban
Digital transformation of the anesthesiology and intensive
care service: experience in developing and evaluating
the effectiveness of an educational program.....6

*E.M. Gryzunova, A.N. Baranov,
E.V. Sinelnikova, E.N. Stolova,
U.A. Strupeneva*
Ultrasound features of the placenta and pathological
and histological characteristics of the afterbirth
in tobacco-smoking pregnant women 14

❖ REVIEWS

*A.A. Tikhomirova, P.A. Ganichev,
M.A. Dokhov, A.V. Levanchuk*
Problems of assessing the quality of computer analysis
of medical images23

*A.A. Tikhomirova, K.S. Efremova, M.A. Dokhov,
N.A. Dementyev, V.E. Sternin*
Modern approaches to the identification of cell nuclei
on histological micro-preparations31

❖ CLINICAL CASE

*A.A. Deryagina, S.P. Narzieva, A.V. Pozdnyakov,
D.A. Malekov, N.V. Marchenko, E.V. Sinelnikova,
O.F. Pozdnyakova, I.P. Areshiev, A.V. Alkhazishvili*
Sacroccocygeal teratoma in the fetus: possibilities
of radiological examination40

*E.N. Stolova, E.V. Sinelnikova,
N.V. Marchenko, I.A. Baulin, E.M. Gryzunova,
N.V. Krasheninnikova, U.A. Strupeneva,
A.V. Sinitsyna*
Ultrasound features of angiomiolipomas in tuberous
sclerosis in children.....46

❖ INFORMATION

Rules for authors55



УДК 616-089.5+616-036.882+61-004.9+378.046.4
<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.50.82.001>

Цифровая трансформация службы анестезиологии и реанимации: опыт разработки и оценки эффективности образовательной программы

Вера Ивановна Горбань

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, 194044,
г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 4/2, Российская Федерация

Контактная информация: Вера Ивановна Горбань — к.м.н., заведующий отделом анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии, доцент кафедры хирургии и инновационных технологий института ДПО «Экстремальная медицина», заслуженный врач России. E-mail: ms.gorban@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1309-2007>; SPIN: 8759-6755

Для цитирования: Горбань В.И. Цифровая трансформация службы анестезиологии и реанимации: опыт разработки и оценки эффективности образовательной программы. *Визуализация в медицине*. 2025;7(4):6–13. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.50.82.001>.

Поступила: 06.10.2025

Одобрена: 27.11.2025

Принята к печати: 29.12.2025

Резюме. Введение. Внедрение медицинских информационных систем, структурированной электронной медицинской документации, систем поддержки принятия врачебных решений, интеграция «умного» оборудования и мониторинга в единую замкнутую цифровую среду предъявляют повышенные требования к уровню безопасности данных и цифровых компетенций медицинских работников. При этом фактическая цифровая подготовка специалистов нередко ограничивается краткими инструктажами по работе с отдельными модулями информационной системы либо обучением на рабочем месте без четких образовательных целей, структурированной программы и оценки результатов. В этих условиях представляется необходимым создание специализированной образовательной программы, учитывающей специфику клинических задач анестезиологии и реанимации. **Цель исследования** — разработать и оценить эффективность внедрения образовательной программы дополнительного профессионального образования по цифровизации службы анестезиологии и реанимации. **Материалы и методы.** Проведено одноцентровое проспективное интервенционное исследование. Разработана и внедрена модульная программа дополнительного профессионального образования. **Результаты.** Проведенное исследование показало, что врачи — анестезиологи-реаниматологи экспериментальной группы демонстрировали более высокие результаты по ключевым направлениям деятельности: уровню теоретических знаний, уровню практической подготовки и по итогам выполнения квалификационных тестов (промежуточный / рубежный контроль и итоговая аттестация). **Выводы.** Служба анестезиологии и реанимации демонстрирует высокую объективную и субъективную потребность в специализированных образовательных программах повышения квалификации по цифровизации, обусловленную сочетанием высоких требований к цифровым навыкам и недостаточным уровнем их исходного формирования. Внедрение структурированной программы дополнительного профессионального образования обеспечивает значимое повышение цифровых компетенций, что подтверждается ростом результатов стандартизированного тестирования.

Ключевые слова: цифровизация, анестезиология и реаниматология, дополнительное профессиональное образование, образовательная программа, цифровые компетенции, медицинская информационная система

<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.50.82.001>

Digital transformation of the anesthesiology and intensive care service: experience in developing and evaluating the effectiveness of an educational program

Vera I. Gorban

Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, 4/2 Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, 194044, Russian Federation

Contact information: Vera I. Gorban — Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Care Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia; Associate Professor of the Department of Surgery and Innovative Technologies at the Institute of Advanced Medical Training “Extreme Medicine”, Honored Doctor of Russia. E-mail: ms.gorban@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1309-2007>; SPIN:8759-6755

For citation: Gorban V.I. Digital transformation of the anesthesiology and intensive care service: experience in developing and evaluating the effectiveness of an educational program. *Visualization in Medicine*. 2025;7(4):6–13. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.50.82.001>.

Received: 06.10.2025

Revised: 27.11.2025

Accepted: 29.12.2025

Abstract. Introduction. The implementation of medical information systems, structured electronic medical documentation, clinical decision support systems, and the integration of “smart” equipment and monitoring into a single closed digital environment impose increased demands on data security and on the level of digital competencies among healthcare professionals. At the same time, the actual digital training of specialists is often limited to brief instructions on working with individual modules of the information system or to “on-the-job training” without clearly defined educational objectives, a structured curriculum, or assessment of learning outcomes. Under these conditions, the development of a specialized educational program that takes into account the specifics of clinical tasks in anesthesiology and intensive care appears necessary. **The aim** — to develop and evaluate the effectiveness of implementing a continuing professional education program on the digitalization of the anesthesiology and intensive care service. **Materials and methods.** A single-center prospective interventional study was conducted. A modular continuing professional education program was developed and implemented. **Results.** The study demonstrated that anesthesiologists-intensivists in the intervention group showed higher performance across key domains of professional activity, including the level of theoretical knowledge, the level of practical training, and the results of qualification testing (interim / milestone control and final assessment). **Conclusion.** The anesthesiology and intensive care service demonstrates a high objective and subjective need for specialized educational programs in digitalization, driven by a combination of stringent requirements for digital skills and an insufficient baseline level of their development. The implementation of a structured continuing professional education program ensures a significant increase in digital competencies, as evidenced by the improvement in standardized test results.

Keywords: digitalization, anesthesiology and intensive care, continuing professional education, educational program, digital competencies, medical information system

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация здравоохранения является одним из ключевых приоритетов развития здравоохранения, что отражено в стратегических и нормативно-правовых документах на национальном уровне [1, 2]. Внедрение медицинских информационных систем (МИС), структурированной электронной медицинской документации (СЭМД), систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР), интеграция «умного» оборудования и мониторинга в единую замкнутую цифровую среду предъявляют повышенные требования к уровню безопасности данных и цифровых компетенций медицинских работников [3–7].

Служба анестезиологии и реанимации (АиР) занимает особое место в структуре стационара: здесь концентрируются наиболее тяжелые пациенты, осуществляется непрерывный мониторинг, а зачастую и протезирование жизненно важных функций организма, используются высокотехнологичные методы лечения, а объем и скорость генерации клиничко-диагностической информации чрезвычайно высоки. От полноты, точности и оперативности документирования, а также от адекватного использования цифровых инструментов (мониторы и аппараты искусственной вентиляции легких с возможностью передачи данных, автоматизированные протоколы анестезии и интенсивной терапии, шкалы оценки боли, седации, делирия, рисков, системы напоминаний) напрямую зависят безопасность медицинской деятельности, качество междисциплинарного взаимодействия и медицинской помощи в целом [3, 5, 7, 8].

Цифровая грамотность врача — анестезиолога-реаниматолога — это совокупность знаний, навыков и установок, обеспечивающих безопасное, эффективное и этически ответственное применение цифровых технологий в периоперационном периоде и периоде интенсивной терапии, включая клиническую информатику, анализ данных, взаимодействие с медицинскими изделиями, кибербезопасность и защиту персональных данных, управление изменениями и оценку влияния на исходы [5, 7, 8].

При этом фактическая цифровая подготовка специалистов нередко ограничивается краткими инструктажами по работе с отдельными модулями МИС либо обучением на рабочем месте без четких образовательных целей, структурированной программы и оценки результатов. Отсутствие системного подхода ведет к ряду проблем — неполному и несвоевременному ведению документации, ошибкам в электронных назначениях и протоколах, «цифровой усталости» персонала из-за субъективно возросшей нагрузки и сопротивления внедрению новых решений.

Особую актуальность приобретает формирование у врачей анестезиологов-реаниматологов не только операционных навыков работы с конкретными программными продуктами, но и комплексных цифровых компетенций: понимания логики построения цифровых клинических процессов, принципов информационной безопасности, особенностей интероперабельности систем, возможностей и ограничений алгоритмов СППВР и элементов искусственного интеллекта (ИИ) [5, 7, 8].

В российской научной литературе достаточно подробно представлены образовательные программы, посвященные вопросам цифровизации здравоохранения в целом [9–12]. Однако практически отсутствуют систематизированные данные об особенностях, содержании и результатах программ, ориентированных на цифровизацию службы АиР [13]. В отечественной практике структурированные программы дополнительного профессионального образования (ДПО), специально направленные на изучение цифровизации службы анестезиологии и реанимации, лишь начинают внедряться, а данные об их эффективности ограничены [14, 15].

В этих условиях представляется необходимым создание и научная оценка специализированной образовательной программы, учитывающей специфику клинических задач анестезиологии и реанимации, особенности работы в условиях высокотехнологичной и динамичной цифровой среды и нацеленной как на повышение индивидуальных цифровых компетенций, так и на улучшение ключевых показателей работы службы АиР.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования — разработать и оценить эффективность внедрения образовательной программы дополнительного профессионального образования по цифровизации службы анестезиологии и реанимации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование носило характер одноцентрового проспективного интервенционного наблюдения с оценкой компетенций до и после освоения программы ДПО. В исследование включены 107 специалистов, непосредственно участвующих в оказании помощи по анестезиологии и реанимации (табл. 1).

Для анализа эффективности разработанной программы повышения квалификации был проведен педагогический эксперимент по оценке уровня цифровой грамотности врачей — анестезиологов-

Таблица 1

Структура краткого курса по цифровизации (36 академических часов)

Table 1

Structure of a short course on digitalization (36 academic hours)

Формат обучения / Training format	№ модуля / No. module	Название модуля / Module name	Объем, ака- демические часы / Volume, academic hours	Особенности проведения / Features of the procedure
Очное обучение (мастер-классы, симуляции) / In-person training (workshops, simulations)	3	Электронная медицинская карта / Electronic medical record	3	Практико-ориентированные занятия / Practice-oriented classes
	4	Системы мониторинга, анестезиологические рабочие станции / Monitoring systems, anesthesia workstations	5	Практико-ориентированные занятия / Practice-oriented classes
	7	Кибербезопасность в здравоохранении / Cybersecurity in healthcare	2	Практико-ориентированные занятия / Practice-oriented classes
Итого по формату «очное обучение» / Total for the “face-to-face training” format			10	
Дистанционное обучение (вебинары, лекции) / Distance learning (webinars, lectures)	1	Введение в цифровую медицину / Introduction to Digital Medicine	2	Теоретический онлайн-модуль / Theoretical online module
	2	Медицинские информационные системы / Medical information systems	4	Теоретический онлайн-модуль / Theoretical online module
	6	Телемедицина / Telemedicine	4	Теоретический онлайн-модуль / Theoretical online module
	8	Управление изменениями в медицинской организации / Change management in a healthcare organization	2	Теоретический онлайн-модуль / Theoretical online module
Итого по формату «дистанционное обучение» / Total for the distance learning format			12	
Практическая работа / Practical work	3, 4	Электронная медицинская карта и системы мониторинга / Electronic medical record and monitoring systems	8	Практические задания на основе кейсов / Practical tasks based on cases
	6	Телемедицина / Telemedicine	4	Практические задания на основе кейсов / Practical tasks based on cases
Итого по формату «практическая работа» / Total for the “practical work” format			12	
Комбинированный формат / Combined format	5	Искусственный интеллект и машинное обучение / Artificial intelligence and machine learning	1	Теория онлайн (сокращенный модуль) / Online Theory (Abridged Module)
	7	Кибербезопасность в здравоохранении / Cybersecurity in healthcare	1	Практика очно / In-person practice
Итого по формату «комбинированный» / Total for the “combined” format			2	
Итого по программе 36 часов / Total program time: 36 hours			Теория — 22 ч (60%) / Theory — 22 hours (60%); практика — 14 ч (40%) / practice — 14 hours (40%)	

реаниматологов в двух группах: контрольной — КГ (72 обучающихся, программа повышения квалификации «Актуальные вопросы анестезиологии и реаниматологии») и экспериментальной — ЭГ (35 обучающихся, программа повышения квалификации «Актуальные вопросы цифровизации службы анестезиологии и реанимации многопрофильного стационара»).

Образовательная программа ДПО была разработана и внедрена в программы повышения квалификации на кафедре хирургии и инновационных технологий института ДПО «Экстремальная медицина» Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А.М. Никифорова» МЧС России по специальности «Анестезиология и реаниматология» с учетом действующих нормативов, технических возможностей медицинской информационной системы стационара и запросов практикующих специалистов. Общий объем программ составил 72 академических часа. Все практические занятия выполнялись на «синтетических» или обезличенных данных (пациент Примерный Тест Тестович).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первая программа включала 36 часов занятий по вопросам цифровизации службы анестезиологии и реанимации многопрофильного стационара, которые были включены в базовую программу повышения квалификации экспериментальной группы.

Ключевым показателем эффективности практического освоения программы повышения квалификации врачей — анестезиологов-реаниматологов является формирование их профессиональной компетентности по отдельным направлениям, в данном случае в сфере цифровой грамотности. Ведущими компонентами подготовленности выступают профессиональные знания, умения и навыки, составляющие основу соответствующих компетенций.

Первоначальная цель проведенного нами эксперимента заключалась в выработке критериев для оценки уровней и показателей профессиональной компетентности врачей — анестезиологов-реаниматологов по вопросам цифровизации службы АиР. Была разработана методика, включающая оценку уровня профессиональной компетентности врачей — анестезиологов-реаниматологов по вопросам цифровизации службы АиР и показателей учебной деятельности (результаты исходной оценки специальных знаний по вопросам цифровизации до начала обучения; результаты промежуточного контроля и итоговой аттестации).

На начальном этапе обучения в экспериментальной и контрольной группах врачей — анестезиологов-реаниматологов уровень профессиональной компетентности по вопросам цифровизации службы АиР был примерно одинаков и не различался в КГ и ЭГ, но отличался по уровню знаний и навыков внутри каждой группы. На основе этого были определены три уровня профессиональной компетентности врачей анестезиологов-реаниматологов по вопросам цифровизации службы АиР: высокий (70 правильных ответов и более при тестировании из 100 вопро-

Таблица 2

Динамика формирования профессиональной компетентности врачей — анестезиологов-реаниматологов по вопросам цифровизации службы анестезиологии и реанимации

Table 2

Dynamics of the development of professional competence of anesthesiologists-resuscitators on issues of digitalization of the anesthesiology and resuscitation service

Уровень профессиональной компетентности по вопросам цифровизации службы анестезиологии и реанимации / Level of professional competence in digitalization of anesthesiology and resuscitation services	До обучения (исходный уровень) / Before training (initial level) %		В середине (промежуточный контроль) / In the middle (intermediate control) %		После обучения (итоговая аттестация) / After training (final certification) %	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
Высокий / High	10	11	14	25*	20	65*
Средний / Average	48	47	52	56	59	35*
Низкий / Low	42	42	34	19	21	0*
Итого / Total:	100	100	100	100	100	100

* $p < 0,05$ (сравнение данных КГ и ЭГ). / * $p < 0.05$ (comparison of data from CG and EG).

Примечание: КГ — контрольная группа; ЭГ — экспериментальная группа.

Note: CG — control group; EG — experimental group.

сов), средний (50–69 правильных ответов) и низкий (49 правильных ответов и менее). Каждый из выделенных уровней поддается описанию на основании соответствующих критериев и показателей и является традиционным для оценки знаний.

Анализ динамики уровня профессиональной компетентности врачей — анестезиологов-реаниматологов по вопросам цифровизации службы АиР в экспериментальной и контрольной группах до, в середине и после обучения представлен в таблице 2.

Анализ полученных данных показал, что наибольшие изменения затронули критерий уровня теоретических знаний по вопросам цифровизации службы АиР как индикатора сформированности профессиональных компетенций по данным квалификационных тестов. К окончанию обучения 65% врачей — анестезиологов-реаниматологов экспериментальной группы продемонстрировали на итоговой аттестации высокий уровень подготовленности, тогда как в контрольной группе этот показатель составил 20%.

Проведенное исследование показало, что врачи — анестезиологи-реаниматологи экспериментальной группы демонстрировали более высокие результаты по ключевым направлениям деятельности: уровню теоретических знаний, уровню практической подготовки и по итогам выполнения квалификационных тестов (промежуточный / рубежный контроль и итоговая аттестация). Указанные выводы подтверждаются данными оценки профессиональной компетентности по вопросам цифровизации службы АиР у врачей — анестезиологов-реаниматологов (табл. 3).

Сопоставление материалов таблиц 2 и 3 свидетельствует, что по результатам квалификационных тестов по цифровизации службы АиР при итоговой аттестации показатели врачей — анестезиологов-реаниматологов экспериментальной группы

логов-реаниматологов экспериментальной группы достоверно превосходят результаты контрольной группы ($p < 0,05$). Результаты исследования показали как выраженную исходную потребность специалистов службы АиР в целенаправленном обучении цифровым технологиям, так и высокую эффективность разработанной программы ДПО.

Структурированный характер программы, сочетание теоретических занятий, практической отработки в среде, идентичной реальной медицинской информационной системе, и симуляционных клинических сценариев позволили не только повысить уровень знаний, но и закрепить операционные навыки в контексте реальных клинических задач. Формирование у специалистов понимания того, что цифровые требования не являются формальной нагрузкой, а напрямую связаны с безопасностью медицинской деятельности, способствует снижению сопротивления цифровизации и повышению приверженности стандартам оказания медицинской помощи.

Следует отметить и ряд ограничений исследования. Во-первых, оно было проведено в одном учреждении с использованием конкретной МИС и конкретного набора цифровых инструментов, что может ограничивать обобщаемость результатов. Во-вторых, оценка эффективности программы концентрировалась преимущественно на прокси-показателях (цифровые компетенции, характеристики документирования), в то время как прямое влияние на клинические исходы пациентов не оценивалось. В-третьих, длительность последующего наблюдения была относительно невелика, хотя уже позволила подтвердить устойчивость части достигнутых эффектов.

Перспективными направлениями дальнейшей работы являются расширение программы с учетом

Таблица 3

Результаты итоговой аттестации (квалификационный тест) по вопросам цифровизации службы анестезиологии и реанимации у врачей — анестезиологов-реаниматологов экспериментальной и контрольной групп

Table 3

Results of the final certification (qualification test) on digitalization of the anesthesiology and resuscitation service for anesthesiologists and resuscitators of the experimental and control groups

Группа обучающихся / Group of students	Отлично / Great	Хорошо / Fine	Удовлетворительно / Satisfactorily	Итого / Total
	$x > 70$	$50 < x < 69$	$x < 49$	
Контрольная	14 / 20%	43 / 59%	15 / 21%	72 / 100%
Экспериментальная	23 / 65%*	12 / 35%	—	35 / 100%

* $p < 0,05$ (контрольная группа / экспериментальная группа). / $p < 0.05$ (control group/experimental group).

Примечание: в числителе дроби приведено абсолютное число врачей — анестезиологов-реаниматологов, в знаменателе — их доля (%) от общей численности группы.

Note: The numerator of the fraction shows the absolute number of doctors — anesthesiologists-resuscitators, the denominator shows their share (%) of the total number of the group.

новых цифровых решений (включая элементы искусственного интеллекта и продвинутой аналитики данных), интеграция модулей по управлению изменениями и лидерству в цифровой трансформации, а также проведение многоцентровых исследований с оценкой влияния подобных программ на клинические исходы пациентов и экономические показатели работы службы.

ВЫВОДЫ

1) Служба анестезиологии и реанимации демонстрирует высокую объективную и субъективную потребность в специализированных образовательных программах повышения квалификации по вопросам цифровизации, обусловленную сочетанием высоких требований к цифровым навыкам и недостаточным уровнем их исходного формирования.

2) Внедрение структурированной программы дополнительного профессионального образования по цифровизации службы анестезиологии и реанимации обеспечивает значимое повышение цифровых компетенций врачей — анестезиологов-реаниматологов, что подтверждается ростом результатов стандартизированного тестирования.

3) Обучение сопровождается улучшением ключевых показателей использования МИС: увеличением полноты и корректности ведения электронной медицинской документации, ростом доли использования стандартных шаблонов и встроенных шкал, снижением частоты ошибок документирования и сокращением задержек при внесении критически важной информации.

4) Специализированные программы ДПО по цифровизации должны рассматриваться как неотъемлемый компонент системы непрерывного медицинского образования и стратегии цифровой трансформации службы анестезиологии и реанимации с последующим масштабированием и адаптацией к различным уровням и профилям медицинских организаций.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Автор прочитал и одобрил финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Автор получил письменное согласие обучающихся на публикацию данных.

ADDITIONAL INFORMATION

The author read and approved the final version before publication.

Competing interests. The author declares the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the students for publication of relevant within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ № 140 от 09.02.2022 «О единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения». Доступно по: <http://www.consultant.ru/document/> (дата обращения: 19.09.2025).
2. Указ Президента РФ № 254 от 07.06.2019 «О стратегии развития здравоохранения в РФ на период до 2025 года» — признано приоритетным. Доступно по: <http://www.consultant.ru/document/> (дата обращения: 19.09.2025).
3. Гусаров В.Г., Замятин М.Н., Гороховатский Ю.И., Теплых Б.А., Ловцевич Н.В., Лисиченко И.А., Борисов Ф.Ф., Лузин М.В., Шабудло И.Н. Безопасность пациента как основа стратегии развития службы анестезиологии и реаниматологии Пироговского центра. Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2022;17(4):4–12. https://doi.org/10.25881/20728255_2022_17_4_2_4. EDN: E1LXF.
4. Гусев А.В., Зингерман Б.В., Тюфилин Д.С., Зинченко В.В. Электронные медицинские карты как источник данных реальной клинической практики. Реальная клиническая практика: данные и доказательства. 2022;2(2):8–20. <https://doi.org/10.37489/2782-3784-myrdw-13>. EDN: HMDMZU.
5. Проценко Д.Н., Ларин Е.С., Шмушкович Ю.И. Информационные сервисы и искусственный интеллект в помощь врачу — анестезиологу-реаниматологу. Московская медицина. 2024;1(59):76–80. EDN: CTRYAN.
6. Сидоров К.В., Евдокимов А.О., Осмоловский И.С., Швырёв С.Л., Кобякова О.С. Электронный медицинский документооборот в условиях цифровой трансформации здравоохранения. Врач и информационные технологии. 2024;(4):6–19. https://doi.org/10.25881/18110193_2024_4_6. EDN: OYCDZU.
7. Труханова И.Г., Гуреев А.Д., Колдов А.В., Измалков Н.С., Зинатуллина Д.С. Построение архитектуры внутрибольничной МИС на примере цифровизации АиР. Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2023;(6):187–191. EDN: JBJUXT.
8. Карпов О.Э., Гусаров В.Г., Замятин М.Н., Коцюбинский Д.В., Здирук К.К., Романюк Т.И. Интеграция цифровых решений в работу службы анестезиологии и реанимации.

- логии и реаниматологии многопрофильной клиники. Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2020;15(3-2):106–113. <https://doi.org/10.25881/BPNMSC.2020.33.66.020>. EDN: HMKIXY.
9. Гурцкой Л.Д., Зудин А.Б., Мелерзанов А.В. Телемедицина и цифровые технологии в образовательных программах подготовки медицинских кадров высшей квалификации. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2023;31(4):625–631. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2023-31-4-625-631>. EDN: DRMEVA.
 10. Демкина А.Е., Коробейникова А.Н. VR-технологии в медицинском образовании. Управление качеством. 2024;(7):50–59. <https://doi.org/10.33920/pro-01-2407-08>. EDN: UHGKJJ.
 11. Зарубина Т.В., Карась С.И., Николаиди Е.Н. Стратегии преподавания медицинской информатики. Высшее образование в России. 2016;(3):165–168. EDN: VQALKV.
 12. Мелерзанов А.В., Алмазов А.А., Трунин А.О., Римская Б.А., Александрова О.Ю. Подготовка кадров для цифрового здравоохранения и анализ профессиональных стандартов. Врач и информационные технологии. 2020;(2):64–71. <https://doi.org/10.37690/1811-0193-2020-2-53-71>. EDN: FSIRQG.
 13. Щеголев А.В., Андреев А.А., Струков Е.Ю., Лахин Р.Е., Цыганков К.А. Опыт применения симуляционного обучения при подготовке ординаторов по специальности «анестезиология-реаниматология». Военно-медицинский журнал. 2024;345(7):12–20. https://doi.org/10.52424/00269050_2024_345_7_12. EDN: BQHAJS.
 14. Горбань В.И., Алексанин С.С., Рыбников В.Ю. Цифровые технологии в анестезиологии и реаниматологии. СПб.: Научные технологии; 2025. EDN: IZWGBQ.
 15. Горбань В.И., Бахтин М.Ю. Инновационные технологии в анестезиологии и реаниматологии, с базовым курсом основ цифровизации. СПб.: Научные технологии; 2025. EDN: YQMWWH.
- cal Data. Real-World Data and Evidence. 2022;2(2):8–20. (In Russian). <https://doi.org/10.37489/2782-3784-myrdw-13>. EDN: HMDMZY.
5. Protsenko D.N., Larin E.S., Shmushkovich Yu.I. Information services and artificial intelligence to help the anesthesiologist-resuscitator. Moscow Journal of Medicine. 2024;1(59):76–80. (In Russian). EDN: CTRYAH.
 6. Sidorov K.V., Evdokimov A.O., Osmolovsky I.S., Shvyrev S.I., Kobaykova O.S. Electronic Medical Document Management in the Context of Digital Transformation of Healthcare. Vrach i informacionnye tehnologii. 2024;(4):6–19. (In Russian). https://doi.org/10.25881/18110193_2024_4_6. EDN: OYCDZU.
 7. Trukhanova I.G., Gureev A.D., Koldov A.V., Izmailkov N.S., Zinatullina D.S. Architecture Design of Intrahospital Medical Information System (MIS) as a Case Study of Digitalization of Anaesthesiology and Resuscitation (A&R). Medicine. Sociology. Philosophy. Applied research. 2023;(6):187–191. (In Russian). EDN: JBJUXT.
 8. Karpov O.E., Gusarov V.G., Zamyatin M.N., Kotsyubinsky D.V., Zdiruk K.K., Ramaniuk T.I. Digital Solutions Integration into the Anesthesiology Service of a Multidisciplinary Clinic. Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center. 2020;15(3-2):106–113. (In Russian). <https://doi.org/10.25881/BPNMSC.2020.33.66.020>. EDN: HMKIXY.
 9. Gurckoy L.D., Zudin A.B., Melerzanov A.V. The Telemedicine and Digital Technologies in Education Programs of Training Medical Personnel of Higher Qualification. Problemy Sotsialnoi Gigieny I Istorii Meditsiny. 2023;31(4):625–631. (In Russian). <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2023-31-4-625-631>. EDN: DRMEVA.
 10. Demkina A.E., Korobeynikova A.N. VR-technologies in Medical Education. Quality Management. 2024;(7):50–59. (In Russian). <https://doi.org/10.33920/pro-01-2407-08>. EDN: UHGKJJ.
 11. Zarubina T.V., Karas' S.I., Nikolaidi E.N. Strategy for Teaching Medical Informatics in Russian Universities. Higher Education in Russia. 2016;(3):165–168. (In Russian). EDN: VQALKV.
 12. Melerzanov A.V., Almazov A.A., Trunin A.O., Rimskaya B.A., Alexandrova O.Yu. Personnel Education for Digital Healthcare and Professional Standards Analysis. Vrach i informacionnye tehnologii. 2020;(2):64–71. (In Russian). <https://doi.org/10.37690/1811-0193-2020-2-53-71>. EDN: FSIRQG.
 13. Shchegolev A.V., Andreenko A.A., Strukov E.Yu., Lakhin R.E., Tsygankov K.A. Experience in Using Simulation Training in the Training of Residents in the Specialty “Anesthesiology and Intensive Care”. Military-Medical Journal. 2024;345(7):12–20. (In Russian). https://doi.org/10.52424/00269050_2024_345_7_12. EDN: BQHAJS.
 14. Gorban V.I., Aleksanin S.S., Rybnikov V.Yu. Digital technologies in anesthesiology and intensive care. Saint Petersburg: High-tech technologies; 2025. (In Russian). EDN: IZWGBQ.
 15. Gorban V.I., Bahtin M.Yu. Innovative technologies in anesthesiology and intensive care, with a basic course on the basics of digitalization. Saint Petersburg: High-tech technologies; 2025. (In Russian). EDN: YQMWWH.

REFERENCES

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF No. 140 ot 09.02.2022 “O edinoi gosudarstvennoi informatsionnoi sisteme v sfere zdravookhraneniya”. Available at: <http://www.consultant.ru/document/> (accessed: 19.09.2025). (In Russian).
2. Ukaz Prezidenta RF No. 254 ot 07.06.2019 “O strategii razvitiya zdravookhraneniya v RF na period do 2025 goda” — priznano prioritetsnym. Available at: <http://www.consultant.ru/document/> (accessed: 19.09.2025). (In Russian).
3. Gusarov V.G., Zamyatin M.N., Gorohovatskiy Yu.I., Teplykh B.A., Lovcevic N.V., Lisichenko I.A., Borisov F.F., Luzin M.V., Shabuldo I.N. Patient Safety as the Foundation for the Development Strategy of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of the Pirogov Center. Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center. 2022;17(4):4–12. (In Russian). https://doi.org/10.25881/20728255_2022_17_4_2_4. EDN: EIILXF.
4. Gusev A.V., Zingerman B.V., Tyufilin D.S., Zinchenko V.V. Electronic Medical Records as a Source of Real-World Clinical

УДК 618.2/3+612.64+618.36/38+612.649+613.84
<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.24.46.002>

Ультразвуковые особенности плаценты и патолого-гистологические характеристики последа при табакокурении беременных

Екатерина Михайловна Грызунова, Алексей Николаевич Баранов, Елена Владимировна Синельникова, Эмилия Наумовна Столова, Ульяна Анатольевна Струпенева, Сергей Адольфович Пуйда

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

Контактная информация: Екатерина Михайловна Грызунова — к.м.н., ассистент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации ФП и ДПО; врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой и функциональной диагностики. E-mail: gryzunova.ekaterina@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0007-4110-100X>; SPIN: 7681-1846

Для цитирования: Грызунова Е.М., Баранов А.Н., Синельникова Е.В., Столова Э.Н., Струпенева У.А., Пуйда С.А. Ультразвуковые особенности плаценты и патолого-гистологические характеристики последа при табакокурении беременных. *Визуализация в медицине*. 2025;7(4):14–22. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.24.46.002>.

Поступила: 21.10.2025

Одобрена: 02.12.2025

Принята к печати: 29.12.2025

Резюме. Введение. Фетоплацентарная система реагирует на влияние экзогенных факторов риска. Табакокурение является важнейшим предотвратимым фактором риска повреждения фетоплацентарного комплекса при беременности. При табакокурении беременных достоверно чаще в сравнении с некурящими выявлены признаки плацентарной недостаточности ($p < 0,001$). Толщина плаценты в группе курящих беременных меньше ($p < 0,034$), чем у некурящих; в два раза чаще регистрируются кальцинаты в плацентах курящих беременных ($p < 0,002$) по сравнению с некурящими. У 30% курящих беременных диаметр пуповины ниже пятого перцентиля с достоверностью $p < 0,001$ по сравнению с некурящими. Влияние табачного дыма у женщин, курящих всю беременность, приводит к прогрессированию признаков плацентарной недостаточности: кальцинаты в плаценте в 75,0% случаев выявлены в группе женщин, курящих всю беременность, что достоверно выше, чем в группе женщин, отказавшихся от курения в I триместре беременности ($p < 0,021$). **Цели и задачи.** Провести оценку ультразвуковых и патолого-гистологических характеристик плаценты, пуповины и околоплодных вод у курящих беременных с разной длительностью экспозиции табака. **Материалы и методы.** Проведено ультразвуковое исследование плаценты у курящих и некурящих беременных в сроке 30–34 недели гестации. В группе женщин, курящих всю беременность, проведено патолого-гистологическое исследование последа с описанием макроскопических изменений и микроскопической картины гистологических образцов плаценты, подтверждающих нарушения, выявленные при ультразвуковом исследовании. **Заключение.** Плацентарная недостаточность достоверно чаще была выявлена в группе женщин, курящих всю беременность, чем в группе женщин, отказавшихся от курения в I триместре беременности ($p < 0,022$). Отказ от курения в I триместре беременности благоприятно влияет на снижение темпа развития признаков плацентарной недостаточности. Обосновано введение в ультразвуковой скрининг беременных исследования дополнительного параметра — диаметра пуповины, уменьшение которого отражает степень влияния компонентов табачного дыма на состояние фетоплацентарной системы.

Ключевые слова: беременность, плод, плацента, пуповина, околоплодные воды, фетоплацентарный комплекс, табакокурение, патолого-гистологическое исследование последа

<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.24.46.002>

Ultrasound features of the placenta and pathological and histological characteristics of the afterbirth in tobacco-smoking pregnant women

Ekaterina M. Gryzunova, Aleksei N. Baranov, Elena V. Sinelnikova, Emiliya N. Stolova, Ulyana A. Strupeneva, Sergei A. Puida

Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya str., Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

Contact information: Ekaterina M. Gryzunova — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor, Department of Radiology and Biomedical Imaging, Faculty of Postgraduate and Continuing Professional Education; Ultrasound Diagnostics Physician, Department of Ultrasound and Functional Diagnostics. E-mail: gryzunova.ekaterina@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0007-4110-100X>; SPIN: 7681-1846

For citation: Gryzunova E.M., Baranov A.N., Sinelnikova E.V., Stolova E.N., Strupeneva U.A., Puida S.A. Ultrasound features of the placenta and pathological and histological characteristics of the afterbirth in tobacco-smoking pregnant women. *Visualization in Medicine*. 2025;7(4):14–22. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.24.46.002>.

Received: 21.10.2025

Revised: 02.12.2025

Accepted: 29.12.2025

Abstract. Introduction. Among the risk factors for the development of violations of the fetoplacental system is smoking, which is one of the most important preventable factor in poor pregnancy outcomes for both mother and fetus. Pregnant smokers significantly more often compared to non-smokers revealed signs of placental insufficiency ($p < 0.001$). The thickness of the placenta in the group of pregnant smokers was significantly less ($p < 0.034$) in comparison with non-smokers. Two times higher calcification in placentas of pregnant smokers compared with non-smokers ($p < 0.002$). One-third of pregnant smokers is determined by the diameter of the umbilical cord below the fifth percentile with an accuracy of $p < 0.001$ compared with non-smokers. Long-term effects of products of tobacco smoke on the placenta leads to the progression of these signs of placental insufficiency: the placenta calcification in 75% of cases are detected in women who reported smoking throughout the pregnancy, which was significantly higher than in the group of women who quit smoking during the first trimester of pregnancy ($p < 0.021$). **Aim and tasks.** To assess the ultrasound and patho-histological characteristics of the placenta, umbilical cord and amniotic fluid in pregnant woman who smoke tobacco for different durations. **Materials and methods.** Ultrasound examination of the placenta in smokers and non-smokers at 30–34 weeks of gestation. In a group of women who smoked throughout their pregnancy, a patho-histological study of the placenta was conducted, describing macroscopic changes and the microscopic appearance of histological samples of the placenta, which confirmed the abnormalities identified during ultrasound examination. **Conclusion.** Placental insufficiency authentically more often found in the group of women who smoke throughout pregnancy than in women who quit smoking during the first trimester of pregnancy ($p < 0.022$). It is shown that the quitting smoking has a positive effect on reducing the rate of development formed under the influence of smoking violations, including the frequency and severity of signs of placental insufficiency. To improve the diagnostic value of ultrasound screening justified the introduction of the study of the additional parameter of assessment provisional organs of the diameter of the umbilical cord, a reduction which reflects the degree of influence of components of tobacco smoke on the fetoplacental system.

Keywords: pregnancy, fetus, placenta, umbilical cord, amniotic fluid, the fetoplacental complex, tobacco smoking, patho-histological study afterbirth

ВВЕДЕНИЕ

В России распространенность курения среди женщин фертильного возраста одна из самых высоких среди индустриально развитых стран, отмечена тенденция к росту числа курящих девушек. В возрасте 16–17 лет в России курят 16% девушек, а в более зрелом возрасте — не менее трети женщин [1, 2]. Во всем мире возрос интерес к исследованию механизмов функционирования фетоплацентарного комплекса и состояния плода при табакокурении беременных с табачной зависимостью (ТЗ) [3].

Повреждающее действие компонентов табачного дыма может быть направлено на плод и внезародышевые органы фетоплацентарного комплекса [4–6], образующиеся в ходе эмбриогенеза, служащие для жизнеобеспечения плода и прекращающие свое существование с окончанием беременности путем отторжения и выведения из материнского организма в процессе родов. К ним относятся плацента, пупочный канатик и амнион. Они имеют самостоятельное значение для жизнеобеспечения плода на всем протяжении фетального периода, в отличие от других провизорных образований (желточный мешок, аллантоис, трофобласт, хорион) [7], а их повреждение при табакокурении беременных приводит к негативным последствиям внутриутробного развития плода [8–10].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования — выявление ультразвуковых особенностей плаценты, пуповины и амниона у курящих беременных для улучшения диагностики состояния плода в условиях влияния компонентов табачного дыма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Тип исследования — наблюдательное, поперечное (одномоментное). Обследовано 1048 беременных при прохождении третьего ультразвукового скрининга. Использованы следующие критерии включения для формирования двух групп сравнения: 1) одноплодная беременность, головное предлежание плода; 2) наличие или отсутствие курения во время беременности; 3) отсутствие злоупотребления алкоголем, психоактивными веществами; 4) отсутствие тяжелой экстрагенитальной патологии; 5) добровольное согласие беременной на обследование. При использовании критериев включения сформирована когорта для обследования — 120 человек. В I группу включены некурящие беременные (40 женщин), во II — курящие на протяжении беременности (80 жен-

щин). Сравнение показателей развития плода в группе курящих беременных проведено в двух подгруппах: IIa — курящие только в I триместре (эмбриональный период, 40 женщин) и IIб — курящие всю беременность (40 женщин).

Все беременные, принявшие участие в исследовании, подписали информированное согласие пациента. У всех обследованных срок беременности рассчитывался от первого дня последней менструации и соотносился со сроком беременности, установленным на первом ультразвуковом скрининге. Заполнялся протокол скринингового ультразвукового исследования согласно приказу Минздрава России от 20.10.2020 г. № 1130н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю “акушерство и гинекология”»¹. При изучении плаценты, пуповины, околоплодных вод измерялись и оценивались расположение, описание структуры, толщина, степень зрелости плаценты, количество околоплодных вод, сосудов пуповины. В стандартный протокол нами дополнительно был введен показатель толщины пуповины. Значения параметров, требующих измерения, соотносились с биометрическими диаграммами и таблицами Е. Merz [11] в соответствии с гестационным сроком, с указанием значений в интервале Р 5–Р 95 как нормальных, ниже Р 5 — низких, выше Р 95 — высоких.

Во IIб группе беременных проведено патологогистологическое исследование последа с описанием макроскопических изменений и микроскопической картины (окраска гематоксилином–эозином) гистологических образцов плаценты.

Статистический анализ данных выполнен с использованием пакета статистических программ SPSS 22.0 для Windows. Количественные признаки, имеющие нормальное распределение, представлены в виде средней арифметической (М) и ее стандартного отклонения (s); величины с распределением, отличным от нормального, — в виде медианы (Me) и первого и третьего квартилей (Q1; Q3). Количественные различия между изучаемыми группами оценивали по параметрическому t-критерию Стьюдента для независимых выборок и непараметрическому критерию Манна–Уитни; χ^2 Пирсона применялся в случае поиска взаимосвязи между двумя номинальными переменными. Уровень критической статистической значимости составил $p \leq 0,05$.

¹ Приказ Министерства здравоохранения РФ от 20.10.2020 г. № 1130н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю “акушерство и гинекология”». Доступно по: <https://base.garant.ru/74840123/> (дата обращения: 05.10.2025).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Курение при беременности оказывает существенное влияние на развитие плаценты, пуповины, амниона [7, 10, 13, 12, 22]. В научных исследованиях при формировании групп курящих беременных степень табачной зависимости либо не учитывается [1, 10, 13, 15, 22], либо указывается только число сигарет, выкуриваемых за сутки [15], либо в исследование включаются беременные только с тяжелой степенью табачной зависимости [16]. Исследований, посвященных изучению состояния плаценты, пуповины, амниона при слабой степени табачной зависимости, в доступной литературе (монографии, учебные пособия, научные статьи, источники из интернета) нами не выявлено. Обращает внимание, что в 85% случаев у обследованных нами беременных выявлена слабая степень ТЗ по тесту Фагестрема, в 5% — умеренная и в 10% — сильная. Стаж курения составил $10,6 \pm 3,9$ года. Срок беременности на момент обследования составил для группы некурящих беременных — 32,0 (31,0; 33,0) недели гестации для группы курящих — 32,0 (31,1; 33,5) недели гестации, различия недостоверны ($p=0,507$).

Табачный дым оказывает выраженные структурные и функциональные изменения в плаценте [5, 7]. Ультразвуковые признаки плацентарной недостаточности у курящих беременных в современной литературе представлены недостаточно. Нами показано (табл. 1), что у 93,8% курящих и 100% некурящих беременных толщина плаценты попадала в интервал Р 5–Р 95 центильных таблиц значений толщины плаценты в зависимости от срока гестации. Однако плаценты с толщиной менее Р 5 и более Р 95 встречались только в группе курящих беременных, что косвенно свидетельствует о нарушении морфогенеза плаценты у этой группы беременных и высоком риске развития плацентарной недостаточности. Несмотря на то что в нашем исследовании большинство значений толщины плаценты попадают в ранг средних, толщина плаценты в группе курящих беременных составила $32,5 \pm 3,86$ мм, что статистически значимо ($p < 0,034$) в сравнении с группой некурящих — $34,1 \pm 3,12$ мм (табл. 2). Это косвенно соотносится с данными Т.В. Семеновой (2014), описавшей у курящих рожениц гистологические изменения в плацентарной ткани в виде дистрофии стромы и эпителия ворсин. В нашем исследовании в два раза чаще регистрировались кальцинаты в плацентах курящих беременных на сроке третьего скрининга по сравнению с некурящими ($p < 0,002$), что соответствует данным Т.В. Семеновой (2014), показавшей, что при гистологическом исследовании плацент курящих женщин кальцинаты обнару-

живались в пять раз чаще, чем у некурящих [14]. В нашем исследовании установлено, что курение не влияет на количество околоплодных вод. У трети курящих беременных определялся диаметр пуповины ниже Р 5, со статистической значимостью $p < 0,001$, что подтверждалось измерением диаметра пуповины. У курящих беременных диаметр пуповины составил 16,0 (15,0; 17,0) мм, что достоверно ниже, чем у некурящих женщин, — 17,0 (16,0; 17,7) мм ($p < 0,012$), что представлено в табл. 2. Данных о влиянии табакокурения беременных на толщину пуповины при ультразвуковом исследовании в доступной литературе не выявлено. Мы дополнительно ввели в протокол третьего ультразвукового скрининга измерение толщины пуповины и предлагаем использовать этот показатель как маркер влияния продуктов табачного дыма на провизорные органы. Нами не обнаружено достоверных различий в числе плодов с обвитием пуповиной. На момент обследования у женщин обеих групп не выявлены нарушения тонуса матки. Количество женщин с миомами матки было примерно одинаковым в двух группах. У 60% курящих беременных выявлялись признаки плацентарной недостаточности ($p < 0,001$), что соответствует данным В.Е. Радзинского (2009), показавшего высокую частоту плацентарной недостаточности у подавляющего большинства курящих беременных (92,5%) [13]. Плацентарная недостаточность как результат табакокурения развивается на фоне длительного нарушения плацентарной перфузии, приводящего к выраженным морфологическим изменениям в плаценте.

Результаты ультразвукового исследования плаценты, околоплодных вод, пуповины, матки у женщин, куривших всю беременность (Пб подгруппа), и отказавшихся от курения в I триместре (Па подгруппа) представлены в табл. 1. Показатели, характеризующие толщину, степень зрелости плаценты, состояние лакун, количество околоплодных вод, диаметр пуповины имели отклонения от нормы в одинаковом количестве случаев. Кальцинаты в плаценте в 75% случаев выявлены в группе женщин, куривших всю беременность, что достоверно чаще, чем в группе женщин, отказавшихся от курения в I триместре беременности ($p < 0,021$). На высокую корреляцию между ранним появлением кальцинатов и курением указал Н.Л. Brown [17]. При продолжающемся курении частота выявления кальцинатов возрастает, что усугубляет плацентарную недостаточность. Она в 72,5% случаев обнаружена в подгруппе Пб, что достоверно чаще ($p < 0,022$), чем в подгруппе Па.

Проведены измерения диаметра пуповины, толщины плаценты, величины свободного озера

Таблица 1

Ультразвуковые данные исследования плаценты, околоплодных вод, пуповины, матки в группах некурящих и курящих беременных при третьем ультразвуковом скрининге

Table 1

Ultrasound data of the placenta, amniotic fluid, umbilical cord, and uterus in groups of non-smoking and smoking pregnant women at the third ultrasound screening

Признаки / Signs	Беременные, абсолютное число (%) / Pregnant women, absolute number (%)			P
	I группа / group I, n=40	IIa подгруппа / IIa subgroup, n=40	IIb подгруппа / IIb subgroup, n=40	
Диаметр пуповины: сужен / Umbilical cord diameter: narrowed	1 (2,5)	14 (35,0)	13 (32,5)	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$
Толщина плаценты: истончена / Placenta thickness: thinned	0 (0,0)	1 (2,5)	2 (5,0)	$p_{1-2,3} > 0,05$
Степень зрелости: норма / Degree of maturity: normal	36 (90,0)	37 (92,5)	35 (87,5)	$p_{1-2,3} > 0,05$
Кальцинаты в плаценте / Calcifications in the placenta	13 (32,5)	20 (50,0)	30 (75,0)	$p_{1-2,3} < 0,002$ $p_{2-3} = 0,022$
Расширенные лакуны в плаценте / Enlarged lacunae in the placenta	12 (30,0)	10 (25,0)	6 (15,0)	$p_{1-2,3} > 0,05$
Количество околоплодных вод: маловодие / Amount of amniotic fluid: oligohydramnios	0 (0,0)	1 (2,5)	1 (2,5)	$p_{1-2,3} > 0,05$
Тонус матки: повышен / Uterine tone: increased	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	—
Плацентарная недостаточность / Placental insufficiency	6 (15,0)	19 (47,5)	29 (72,5)	$p_{1-2,3} < 0,001$ $p_{2-3} = 0,021$
Истмико-цервикальная недостаточность / Cervical insufficiency	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,5)	$p_{1-2,3} = 1,000$
Низкое расположение плаценты / Low lying placenta	2 (5,0)	1 (2,5)	2 (5,0)	$p_{1-2,3} = 1,000$
Миома матки / Uterine fibroids	1 (2,6)	1 (2,5)	2 (5,0)	$p_{1-2,3} = 1,000$
Обвитие пуповины вокруг шеи плода / The umbilical cord is wrapped around the fetus's neck	16 (40,0)	15 (37,5)	14 (35,0)	$p_{1-2,3} > 0,05$

Примечание: p рассчитывалось с помощью χ^2 Пирсона.

Note: p was calculated using Pearson's χ^2 .

Таблица 2

Численные значения (мм) диаметра пуповины, толщины плаценты, количества околоплодных вод у некурящих и курящих беременных

Table 2

Numerical values (mm) of umbilical cord diameter, placental thickness, and amniotic fluid volume in non-smoking and smoking pregnant women

Признаки / Signs	Беременные / Pregnant women		P
	I группа / group I, n=40	II группа / group II, n=80	
Диаметр пуповины / Umbilical cord diameter	17,0 (16,0; 17,7)	16,0 (15,0; 17,0)	0,012
Толщина плаценты / Placental thickness *	34,1±3,12	32,5±3,86	0,034
Свободное озерко / Free lake *	5,34±1,29	5,29±1,03	0,823

Примечание: p рассчитывалось с помощью критерия Манна–Уитни (данные представлены в виде медианы и квартилей первого и третьего (Me (Q1; Q3))); * p рассчитывалось с помощью двувывборочного критерия Стьюдента (данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения (M±s)).

Note: p was calculated using the Mann–Whitney test (data are presented as the median and the first and third quartiles (Me (Q1; Q3))); * p was calculated using the two-sample Student's t-test (data are presented as the arithmetic mean and standard deviation (M±s)).

Таблица 3

Численные значения (мм) диаметра пуповины, толщины плаценты, количества околоплодных вод у беременных, отказавшихся от курения в I триместре, и беременных, куривших на протяжении всей беременности

Table 3

Numerical values (mm) of umbilical cord diameter, placental thickness, and amniotic fluid volume in pregnant women who quit smoking in the first trimester and in pregnant women who smoked throughout pregnancy

Признаки / Signs	Беременные / Pregnant women		P
	IIa подгруппа / IIa subgroup, n=40	IIb подгруппа / IIb subgroup, n=40	
Диаметр пуповины / Umbilical cord diameter	16,0 (15,0; 17,0)	16,0 (15,0; 17,0)	0,914
Толщина плаценты / Placental thickness *	32,6±3,50	32,4±4,24	0,796
Свободное озерко / Free lake	5,15 (4,37; 5,77)	5,15 (4,52; 5,97)	0,942

Примечание: р рассчитывалось с помощью критерия Манна–Уитни (данные представлены в виде медианы и квартилей первого и третьего (Me (Q1; Q3))); * р рассчитывалось с помощью двухвыборочного критерия Стьюдента (данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения (M±s)).

Note: p was calculated using the Mann–Whitney test (data are presented as the median and the first and third quartiles (Me (Q1; Q3))); * p was calculated using the two-sample Student’s t-test (data are presented as the arithmetic mean and standard deviation (M±s)).

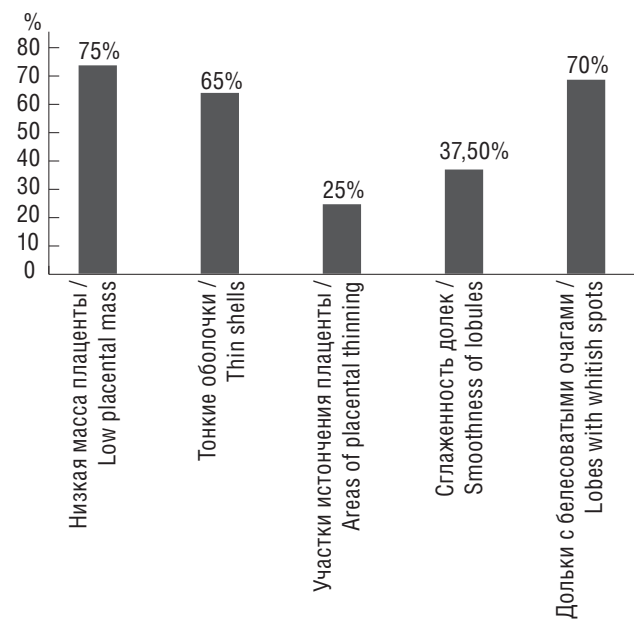


Рис. 1. Макроскопическое исследование плаценты у женщин IIb подгруппы
Fig. 1. Macroscopic examination of the placenta in women of subgroup IIb

с последующим сравнением показателей (табл. 3). Срок беременности на момент обследования составил для IIa подгруппы беременных 32,0 (31,5; 33,5) недели гестации, для IIb подгруппы — 32,0 (31,0; 33,5) недели гестации, различия не достоверны (p=0,702).
Исследуемые параметры не имели статистически значимых различий в группах обследованных беременных, что в совокупности свидетельствовало

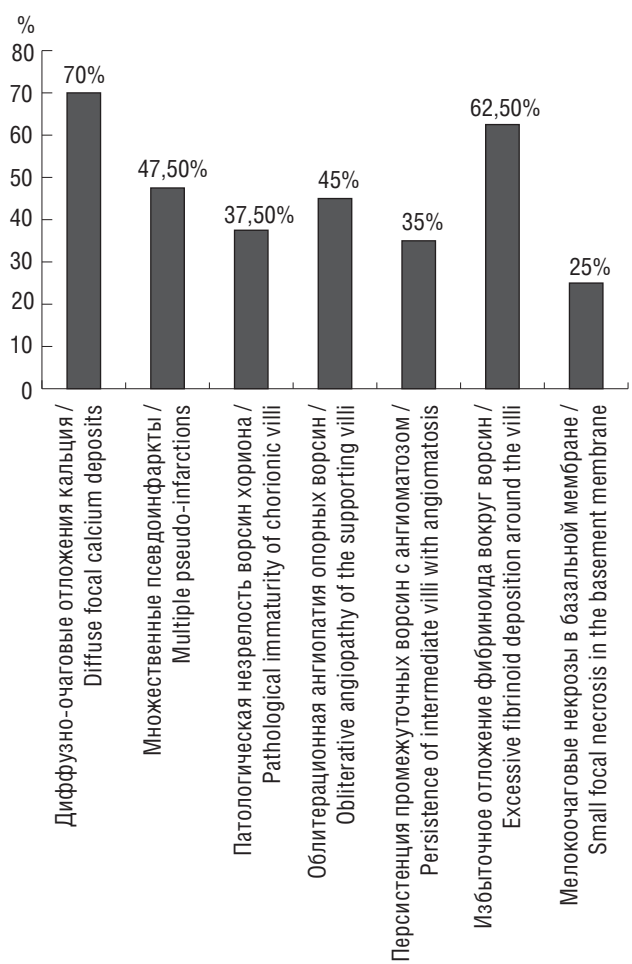


Рис. 2. Микроскопическое исследование плаценты у женщин IIb подгруппы
Fig. 2. Microscopic examination of the placenta in women of subgroup IIb

о токсическом действии продуктов табачного дыма уже на ранних этапах закладки плаценты и пуповины [13, 18]. Таким образом, длительное влияние продуктов табачного дыма на плаценту приводит к усилению признаков плацентарной недостаточности, связанной с нарушением формирования плаценты на ранних сроках беременности [6, 19, 16, 20].

Проведено патолого-гистологическое исследование плаценты у курящих беременных Пб подгруппы. При макроскопическом описании выявлено (рис. 1): низкая масса плаценты в 30 образцах (75%), расслаивающиеся тонкие оболочки в 26 образцах (65%), участки истончения плаценты в 10 образцах (25%), сглаженность долек в 15 образцах (37,5%), дольки с мелкими белесоватыми очагами в 28 образцах (70%).

Согласно клиническим рекомендациям Российского общества патологоанатомов, при микроскопическом исследовании (окраска гематоксилином–эозином) выявленные изменения разделены на три группы (рис. 2) [21].

1. Сосудистые поражения в плаценте: множественные псевдоинфаркты в 19 образцах (47,5%), патологическая незрелость ворсин хориона в 15 образцах (37,5%), облитерационная ангиопатия опорных ворсин в 18 образцах (45%), персистенция промежуточных ворсин с компенсаторным ангиоматозом в 14 образцах (35%), мелкоочаговые некрозы, тромбы в базальной мембране в 10 образцах (25%).

2. Воспалительные процессы выявлены при исследовании трех плацент (7,5%): выявлена восходящая инфекция — серозный париетальный хориодецидуит с очаговым мембранитом.

3. Другие процессы в плаценте выявлены в виде диффузно-очаговых отложений кальция в 28 образцах (70%), избыточное отложение фибриноида вокруг ворсин — в 25 образцах (62,5%).

Таким образом, при макроскопическом исследовании плаценты у женщин, продолжающих курить всю беременность, часто выявляется низкая масса плаценты (75%), дольки с белесоватыми очагами (70%), участки истончения плаценты (25%), что может быть визуализировано при проведении ультразвукового исследования плаценты. При микроскопическом исследовании плаценты у женщин, продолжающих курить всю беременность, выявляются диффузно-очаговые отложения кальция (70%), избыточное отложение фибриноида вокруг ворсин (62,5%), множественные псевдоинфаркты (47,5%), что может быть выявлено при ультразвуковом исследовании плаценты в виде отложения кальцинатов, повышенных и пониженных участков экзогенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У курящих беременных происходит формирование признаков плацентарной недостаточности, выявленное при патолого-гистологическом исследовании последа как низкая масса плаценты, расслаивающиеся тонкие оболочки, участки истончения плаценты, сглаженность долек, гистологически определяются множественные псевдоинфаркты, патологическая незрелость ворсин хориона, облитерационная ангиопатия опорных ворсин, персистенция промежуточных ворсин с компенсаторным ангиоматозом, мелкоочаговые некрозы, тромбы в базальной мембране, диффузно-очаговые отложения кальция, избыточное отложение фибриноида вокруг ворсин. Эти проявления идентифицируются при ультразвуковом скрининге как уменьшение толщины плаценты, развитие кальцинатов и уменьшение диаметра пуповины. Отказ от курения во время беременности благоприятно влияет на снижение темпа развития формирующихся под влиянием курения нарушений, включая частоту и степень выраженности признаков плацентарной недостаточности. В целях повышения диагностической ценности ультразвукового скрининга в исследование целесообразно ввести дополнительный параметр — диаметр пуповины, уменьшение которого, как показало проведенное наблюдение, отражает степень влияния компонентов табачного дыма на состояние фетоплацентарной системы.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the

version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суховская О.А. и др. Социальные аспекты табакокурения женщин. Журнал акушерства и женских болезней. 2011;60(2):115–119.
2. Харьковская О.А., Соловьев А.Г. Мотивационные аспекты табакокурения среди беременных женщин. Наркология. 2010;9(4):85–88.
3. Бесслолова Н.А., Киселева Л.Г., Чумакова Г.Н., Соловьев А.Г. Влияние никотиновой зависимости беременных на развитие плода и адаптацию новорожденных. Наркология. 2008;7(11):49–52.
4. Грызунова Е.М., Грызунова Е.М., Баранов А.Н., Соловьев А.Г., Казакевич Е.В., Чумакова Г.Н., Киселева Л.Г., Харьковская О.А. Ультразвуковые особенности состояния плаценты, пуповины, амниона у беременных при табакокурении. РМЖ. Мать и дитя. 2018;26(2(I)):23–26.
5. Зубжицкая Л.Б., Семенова Т.В., Аржанова О.Н. Иммуноморфологическое состояние плаценты женщин при табакокурении. Журнал акушерства и женских болезней. 2012;LXI(6):36–40.
6. Иванова Л.А., Ильин А.Б., Абашин В.Г. Плацентарная недостаточность — проблема гипердиагностики. Журнал акушерства и женских болезней. 2010;59(2):34–37.
7. Стрижаков А.Н. и др. Патология плода и плаценты. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2015.
8. Бич Т.А., Кириллова Е.Н., Кухта Е.А. Клинико-морфологические аспекты хронической никотиновой интоксикации у беременных. Репродуктивное здоровье. Восточная Европа. 2015;(1):73–86.
9. Нелунова Т.И., Бурцева Т.Е., Часнык В.Г., Евсеева С.А. Социально-гигиенические и медико-биологические факторы риска развития врожденных пороков сердца у детей. Якутский медицинский журнал. 2018;(2):116–119.
10. Котикова И.В., Никифоровский Н.К., Покусаева В.Н., Беденкова Г.А. Особенности течения беременности у курящих пациенток. Российский вестник акушера-гинеколога. 2010;10(1):46–50.
11. Мерц Э. Ультразвуковая диагностика в акушерстве и гинекологии. В 2 т. А.И. Гус, ред. М.: МЕДпресс-информ; 2011.
12. Олферт В.В. Особенности плацентарного ложа матки и плаценты при доношенной беременности после лечения угрожающих самопроизвольных выкидышей. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2004.
13. Радзинский В.Е., Семятов С.Д., Тотчиев Г.Ф., Шишкин Е.А. Табакокурение и беременность. Вестник РУДН, серия Медицина. 2009;(7):334–340.
14. Семенова Т.В., Аржанова О.Н., Беспалова О.Н., Зубжицкая Л.Б., Милутина Ю.П., Прокопенко В.М., Арутюнян А.В. Особенности течения беременности и исходов родов при табакокурении. Журнал акушерства и женских болезней. 2014;LXIII(2):50–58.
15. Larsen L.G., Clausen H.V., Jonsson L. Stereologic examination of placentas from mothers who smoke during pregnancy. Am J Obstet Gynecol. 2002;186(3):531–537.
16. Gupta P.C., Subramoney S. Smokeless tobacco use and risk of stillbirth: a 556 cohort study in Mumbai, India. Epidemiology. 2006;17(1):47–51.
17. Brown H.L., Miller J.M.J. Premature placental calcification in maternal cigarette smokers. Obstet Gynecol. 1988;71(6 Pt1):914–917.
18. Bush P.G. et al. A quantitative study on the effects of maternal smoking on placental morphology and cadmium concentration. Placenta. 2000;21(2-3):247–256. <https://doi.org/10.1053/plac.1999.0470>.
19. Clinical practice guideline fetal growth restriction — recognition, diagnosis and management Endorsements: Institute of Obstetricians and Gynaecologists, Royal College of Physicians of Ireland and Health Service Executive. Guideline No: 28. 2014: 13–24.
20. Kaminsky L.M., Ananth C.V., Prasad V., Nath C.A., Vintzileos A.M. The influence of maternal cigarette smoking on placental pathology in pregnancies complicated by abruptio. Am J Obstet Gynecol. 2007;197(3):275.e1-5. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2007.06.026>.
21. Франк Г.А. и др. Правила проведения патологоанатомических исследований плаценты. Класс XV и XVI МКБ-10. Российское общество патологоанатомов. М.; 2017.
22. Jauniaux E., Burton J. The effect of smoking in pregnancy on early placental morphology. Obstet Gynecol. 1992;79(5 Pt1):645–648.

REFERENCES

1. Sukhovskaya O.A. et al. Social aspects of tobacco smoking in women. Journal of Obstetrics and Women's Diseases. 2011;60(2):115–119. (In Russian).
2. Kharkova O.A., Soloviev A.G. Motivational aspects of tobacco smoking among pregnant women. Narcology. 2010;4:85–88. (In Russian).
3. Besslova N.A., Kiseleva L.G., Chumakova G.N., Soloviev A.G. The Impact of Nicotine Dependence in Pregnant Women on Fetal Development and Adaptation of Newborns. Narcology. 2008;7(11):49–52. (In Russian).
4. Gryzunova E.M., Gryzunova E.M., Baranov A.N., Soloviev A.G., Kazakevich E.V., Chumakova G.N., Kiseleva L.G., Kharkova O.A. Ultrasound features of the placenta, umbilical cord, and amnion in pregnant women with tobacco

- smoking. RMZH. Mat' i Ditya. 2018;26(1):23–26. (In Russian).
5. Zubzhitskaya L.B., Semenova T.V., Arzhanova O.N. Immunomorphological state of the placenta in women with tobacco smoking. Journal of Obstetrics and Women's Diseases. 2012;LXI(6):36–40. (In Russian).
 6. Ivanova L.A., Ilyin A.B., Abashin V.G. Placental insufficiency — the problem of overdiagnosis. Journal of Obstetrics and Women's Diseases. 2010;59(2):34–37 (In Russian).
 7. Strizhakov A.N. et al. Pathophysiology of the fetus and placenta. Moscow: GEOTAR-Media; 2015. (In Russian).
 8. Bich T.A., Kirillova E.N., Kukhta E.A. Clinical and morphological aspects of chronic nicotine intoxication in pregnant women. Reproductive health. Eastern Europe. 2015;(1):73–86. (In Russian).
 9. Nelunova T.I., Burtseva T.E., Chasnyk V.G., Evseeva S.A. Social-hygienic and medical-biological risk factors for the development of congenital heart defects in children. Yakut Medical Journal. 2018;(2):116–119. (In Russian).
 10. Kotikova I.V., Nikiforovskii N.K., Pokusaeva V.N., Bedenkova G.A. The course of pregnancy in smoking patients. *Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist*. 2010;10(1):46–50. (In Russian).
 11. Merz E. Ultrasound diagnostics in obstetrics and gynecology. In 2 vol. A.I. Gus, ed. Moscow: MEDpress-inform; 2011. (In Russian).
 12. Olfert V.V. Features of the placental bed of the uterus and placenta in full-term pregnancy after treatment of threatened spontaneous miscarriages. PhD thesis. Moscow; 2004. (In Russian).
 13. Radzinsky V.E., Semyatov S.D., Totchiev G.F., Shishkin E.A. Tobacco smoking and pregnancy. RUDN University Bulletin, Medicine Series. 2009;(7):334–340. (In Russian).
 14. Semenova T.V., Arzhanova O.N., Bespalova O.N., Zubzhitskaya L.B., Milyutina Yu.P., Prokopenko V.M., Arutyunyan A.V. Features of the course of pregnancy and childbirth outcomes in patients with tobacco smoking. Journal of Obstetrics and Women's Diseases. 2014;LXIII(2):50–58. (In Russian).
 15. Larsen L.G., Clausen H.V., Jonsson L. Stereologic examination of placentas from mothers who smoke during pregnancy. Am J Obstet Gynecol. 2002;186(3):531–537.
 16. Gupta P.C., Subramoney S. Smokeless tobacco use and risk of stillbirth: a 556 cohort study in Mumbai, India. Epidemiology. 2006;17(1):47–51.
 17. Brown H.L., Miller J.M.J. Premature placental calcification in maternal cigarette smokers. Obstet Gynecol. 1988;71(6 Pt1):914–917.
 18. Bush P.G. et al. A quantitative study on the effects of maternal smoking on placental morphology and cadmium concentration. Placenta. 2000;21(2-3):247–256. <https://doi.org/10.1053/plac.1999.0470>.
 19. Clinical practice guideline fetal growth restriction — recognition, diagnosis and management Endorsements: Institute of Obstetricians and Gynaecologists, Royal College of Physicians of Ireland and Health Service Executive. Guideline No: 28. 2014: 13–24.
 20. Kaminsky L.M., Ananth C.V., Prasad V., Nath C.A., Vintzileos A.M. The influence of maternal cigarette smoking on placental pathology in pregnancies complicated by abruptio. Am J Obstet Gynecol. 2007;197(3):275.e1–5. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2007.06.026>.
 21. Frank G.A. et al. Rules for conducting pathological and anatomical studies of the placenta. Class XV and XVI ICD-10. Rossiiskoe obshchestvo patologoanatomov. Moscow; 2017. (In Russian).
 22. Jauniaux E., Burton J. The effect of smoking in pregnancy on early placental morphology. Obstet Gynecol. 1992;79(5 Pt1):645–648.



УДК 616-07-073.75-073.96+004.932.1/2
<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.68.45.003>

Проблемы оценки качества компьютерного анализа медицинских изображений

Александра Александровна Тихомирова, Павел Александрович Ганичев,
Михаил Александрович Дохов, Артем Викторович Леванчук

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, г. Санкт-Петербург,
ул. Литовская, д. 2

Контактная информация: Артем Викторович Леванчук — преподаватель кафедры медицинской информатики.
E-mail: artemlevanchuk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4248-4392>; SPIN: 6116-5289

Для цитирования: Тихомирова А.А., Ганичев П.А., Дохов М.А., Леванчук А.В. Проблемы оценки качества компьютерного анализа медицинских изображений. *Визуализация в медицине*. 2025;7(4):23–30. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.68.45.003>.

Поступила: 30.09.2025

Одобрена: 27.10.2025

Принята к печати: 29.12.2025

Резюме. Введение. Анализ медицинских изображений и создание систем поддержки принятия врачебных решений — одни из современных и развивающихся в настоящее время направлений в медицине. Для практического здравоохранения задача автоматизации процессов диагностики является одной из первоочередных в условиях повышения доступности и количества проводимых диагностических процедур, которые в настоящее время не компенсируются ростом числа квалифицированного персонала, необходимого для обеспечения должной интерпретации результатов и, как следствие, оказания современной медицинской помощи. Обзор посвящен анализу современных представлений об этапности проведения компьютерного анализа медицинских изображений, выявлению проблем в оценке качества компьютерного распознавания медицинских изображений, определению основных направлений дальнейших исследований. **Цель исследования** — определить состояние вопроса и выявить основные проблемы оценки качества на этапах компьютерного распознавания медицинских изображений, наметить пути их решения. **Материалы и методы.** Анализ и систематизация научной литературы за последние 10 лет выполнены в базах данных PubMed, Scopus, Google Scholar, eLIBRARY. **Результаты.** На основании обзора можно утверждать, что в настоящее время установлена определенная этапность при проведении компьютерного анализа медицинских изображений: предобработка, сегментация и идентификация (классификация). Проведенный анализ научных публикаций показал большое разнообразие применяемых методов классификации объектов на медицинских изображениях при отсутствии единой методологии оценки их качества. Учитывая, что показатели каждого подэтапа влияют на окончательные результаты классификации, следует выделять на изображении объекты с желаемыми характеристиками, определять устойчивые связи между выявленными объектами и на основании системного анализа определять референсные показатели качества для каждого этапа анализа. **Выводы.** Установлена определенная этапность при проведении компьютерного анализа медицинских изображений: предобработка, сегментация и идентификация (классификация). Определено, что на каждом этапе в разной пропорции используются как специфические, так и неспецифические методы. Показано большое разнообразие применяемых методов классификации объектов на медицинских изображениях при отсутствии единой методологии оценки их качества. Учитывая, что результаты каждого подэтапа влияют на окончательные результаты классификации, следует выделять на изображении объекты с желаемыми характеристиками, находить устойчивые связи между выявленными объектами и на основании системного анализа определять референсные показатели качества для каждого этапа анализа.

Ключевые слова: автоматизированный анализ, предобработка, сегментация, идентификация, медицинские изображения

<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.68.45.003>

Problems of assessing the quality of computer analysis of medical images

Aleksandra A. Tikhomirova, Pavel A. Ganichev, Mikhail A. Dokhov, Artyom V. Levanchuk

Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya str., Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

Contact information: Artyom V. Levanchuk — Lecturer of the Department of Medical Informatics. E-mail: artemlevanchuk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4248-4392>; SPIN: 6116-5289

For citation: Tikhomirova A.A., Ganichev P.A., Dokhov M.A., Levanchuk A.V. Problems of assessing the quality of computer analysis of medical images. *Visualization in Medicine*. 2025;7(4):23–30. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.68.45.003>.

Received: 30.09.2025

Revised: 27.10.2025

Accepted: 29.12.2025

Abstract. Introduction. The analysis of medical images and the creation of systems to support medical decision — making are among the modern and currently developing areas in medicine. For practical healthcare, the task of automating diagnostic processes is one of the priorities in terms of increasing the availability and number of diagnostic procedures performed, which are currently not compensated by the increase in the number of qualified personnel needed to ensure proper interpretation of the results and, as a result, the provision of modern medical care. The review is devoted to the analysis of modern ideas about the stages of conducting and identifying problems in assessing the quality of computer recognition of medical images, determining the main directions of further research. **Purpose** — to determine the status of the issue and identify the main problems of quality assessment at the stages of computer recognition of medical images, to outline ways to solve them. **Materials and methods.** The analysis and systematization of scientific literature over the past 10 years has been carried out in the databases PubMed, Scopus, Google Scholar, eLIBRARY. **Results.** Based on the review, it can be argued that at present a certain stage has been established when conducting computer analysis of medical images: preprocessing, segmentation and identification (classification). The analysis of scientific publications has shown a wide variety of methods used to classify objects in medical images, in the absence of a unified methodology for assessing their quality. Considering that the results of each sub-step affect the final classification results, it is necessary to identify objects with the desired characteristics in the image, determine stable relationships between the identified objects and, based on a system analysis, determine reference quality indicators for each stage of the analysis. **Conclusion.** A certain sequence of stages has been established for carrying out computer analysis of medical images: preprocessing, segmentation and identification (classification). It has been determined that at each stage, both specific and non-specific methods are used in varying proportions. A wide variety of methods for classifying objects in medical images is demonstrated, with the lack of a unified methodology for assessing their quality. Considering that the results of each sub-stage influence the final classification results, it is necessary to identify objects with the desired characteristics in the image, determine stable relationships between the identified objects, and, based on a system analysis, determine reference quality indicators for each stage of the analysis.

Keywords: automated analysis, preprocessing, segmentation, identification, medical images

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированный анализ изображений позволяет снизить нагрузку на персонал благодаря автоматизации рутинных манипуляций, повысить чувствительность и специфичность применяемых методик за счет возможности анализа большего количества областей и следования надежным критериям идентификации [1].

В настоящее время в медицине все большее распространение получают компьютерные технологии, позволяющие решать задачи медицинской классификации. Проведение автоматизированного анализа изображений требует определенной подготовки, которая включает следующие этапы: предобработка изображения; сегментация для выделения объектов; идентификация (классификация) [2]. Большое количество измеряемых параметров и отсутствие теоретически обоснованной концепции их отбора создает трудности в их выборе для решения задач классификации. В связи с этим исследования, направленные на выявление и обоснование шагов для решения вопросов оценки качества на этапах компьютерного распознавания медицинских изображений, представляются своевременными и актуальными.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования — определить состояние вопроса и выявить основные проблемы оценки качества на этапах компьютерного распознавания медицинских изображений, наметить пути их решения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ и систематизация научной литературы за последние 10 лет выполнены в базах данных PubMed, Scopus, Google Scholar, eLIBRARY.

РЕЗУЛЬТАТЫ

К настоящему времени при компьютеризированном анализе изображений принято выделять следующую этапность: предобработка изображения, сегментация для выделения объектов и идентификация (классификация) [2–6]. Основная задача предварительной обработки — приведение изображения к единому стандартному виду с одновременным проявлением интересующих исследователя структур. Методы предобработки неспецифичны, что открывает широкую возможность заимствования их из разных предметных областей [7–10]. Так, коррекция шума при оптических измерениях [11–

13] широко применяется в компьютерной, магнитно-резонансной и диффузионной оптической томографиях [14–17], атомно-силовой и световой микроскопии [18–20].

На втором этапе, сегментации, отделяют область интереса (клетки, ядра и др.) от фона с помощью универсальных методов, пригодных для любых изображений, и специфических, используемых для изображений конкретного вида [21–23]. К первой группе исследователи относят методы пороговой бинаризации, заключающиеся в установке такого порога яркости, который позволяет разделить область интереса и фон. Здесь основной проблемой является задание порога, который может быть фиксированным, как в методе пороговой бинаризации Оцу, где порог устанавливается на основании наименьшей внутригрупповой дисперсии яркости пикселей [24, 25]. Адаптивное задание порога возможно на основе априорных знаний о структуре изображения. В этом случае для повышения качества сегментации специалисты для каждого типа изображений нередко предлагают специфические методы. Так, для магнитно-резонансных изображений мозга предложен алгоритм «биологически инспирированных муравьиных колоний» и текстурных признаков изображения [26, 27]. Широко применяется вейвлет-преобразование [28–30] с дальнейшей обработкой методами нечеткой логики и нейронных сетей [31].

Обычно за этапом сегментации следует идентификация. Для этого проводят измерение структур [32]. Количество учитываемых параметров может достигать до сотни: начиная от универсальных — плотности распределения объектов, характеристики цветовых каналов, расстояний, углов и соотношения между различными структурами, — заканчивая специально разработанными — синусоидальными базисными функциями, дифференциальными уравнениями; параметрами, характеризующими геометрическую форму и симметричность, края и текстуру (показатели яркости, энтропии, гомогенности и т.д.), пространственное расположение и спектральное представление объектов [33].

При решении задачи отбора входных измеряемых параметров, как правило, применяются два подхода. Первый — использование специализированных методов для оценки так называемой информативности признаков, второй — за счет штатных, предусмотренных в алгоритмах построения моделей, методов отбора. Использование первого из предложенных подходов наиболее часто реализуется с применением таких способов оценки информативности признаков, как метод накопленных частот, методы Шеннона, Кульбака, Фишера

[34–38]. В заключение этого этапа на основе числовых значений отобранных входных параметров исследователи решают задачу классификации, то есть отнесение объекта к одному из классов с помощью модификаций регрессионного, дискриминантного анализа, деревьев классификации, нейронных сетей и т.д. [39–42].

Таким образом, на основании обзора можно утверждать, что в настоящее время установлена определенная этапность при проведении компьютерного анализа медицинских изображений: предобработка, сегментация и идентификация (классификация). Определено, что на каждом этапе в разной пропорции используются как специфические, так и неспецифические методы. Для первого этапа (предобработка) больше характерны неспецифические методы, на втором этапе (сегментация) возрастает роль специфических методов, применяемых для улучшения качества сегментации, а на третьем (классификация) специфические методы применяются лишь при определении специфических входных измеренных параметров структур.

Основным вопросом, стоящим перед исследователем при разработке и внедрении компьютерной обработки изображений, является выбор методов оценки качества их анализа на всех этапах: предобработки, сегментации и классификации. Анализ существующих подходов показал, что при всей трудозатратности и сложности объективизации экспертное мнение остается ведущим способом оценки [43, 44]. Такое положение можно объяснить противоречивостью в определении референсных показателей качества на каждой стадии, в том числе и заключительной, в связи с тем что каждый этап вносит вклад в окончательные результаты классификации [45, 46]. Ряд авторов полагает, что при разработке системы качества классификации следует ориентироваться на эталонные изображения [47]. Основная сложность при таком подходе заключается в том, что сформировать весь необходимый спектр эталонов для сравнения зачастую не представляется возможным. Другие исследователи предлагают проводить оценку на основании желаемых характеристик структур изображения (однородности объектов и контрастов), нередко в эклектичном сочетании с другими подходами [48, 49].

ВЫВОДЫ

На основании обзора можно утверждать, что в настоящее время установлена определенная этапность при проведении компьютерного анализа медицинских изображений: предобработка, сегментация и идентификация (классификация). Опре-

делено, что на каждом этапе в разной пропорции используются как специфические, так и неспецифические методы.

Проведенный анализ научных публикаций показал большое разнообразие применяемых методов классификации объектов на медицинских изображениях при отсутствии единой методологии оценки их качества. Учитывая, что результаты каждого подэтапа влияют на окончательные результаты классификации, следует выделять на изображении объекты с желаемыми характеристиками, определять устойчивые связи между выявленными объектами и на основании системного анализа определять референсные показатели качества для каждого этапа.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ansari Z., Mateenuddin Q., Abdullah A. Performance research on medical data classification using traditional and soft computing techniques. *Int J Recent Technol Eng.* 2019;8(2S3):990–995.
2. Rashed B.M., Popescu N. Critical analysis of the current medical image-based processing techniques for automatic disease evaluation: systematic literature review. *Sensors.* 2022;22(18):7065. <https://doi.org/10.3390/s22187065>.
3. Филимонова Е.С., Тарасенко С.Л., Дыхно Ю.А., Хлебникова Ф.Б. Оценка эффективности цитологической диагно-

- стики злокачественных новообразований легких. Сибирское медицинское обозрение. 2014;3(87):65–69.
4. Наркевич А.Н., Плотников Д.В., Виноградов К.А., Катаева А.В. Сравнение методов отбора признаков для идентификации объектов на цифровых изображениях микроскопических препаратов. Инженерный вестник Дона. 2018;(2):23.
 5. Андропова Н.Е., Гребенюк П.Е., Чмутин А.М. Алгоритм и программная реализация управления оттеночным контрастом цифровых изображений. Инженерный вестник Дона. 2016;4(43):61.
 6. Сорокин М.И. Методы распознавания образов на изображениях. Аллея науки. 2017;2(9):895–906.
 7. Обухова Н.А., Мотыко А.А., Поздеев А.А. Цифровая обработка эндоскопических изображений для систем поддержки врачебных решений. Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. 2018;(6):54–65.
 8. Gomariz M., Blaya S., Acebal P., Carretero L. Real-time UV-visible spectroscopy analysis of purple membrane-polyacrylamide film formation taking into account Fano line shapes and scattering. PloS One. 2014;9(10):e110518. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110518>.
 9. DePuey E.G. Traditional gamma cameras are preferred. Journal of nuclear cardiology: official publication of the American Society of Nuclear Cardiology. 2016;23(4):795–802. <https://doi.org/10.1007/s12350-016-0460-0>.
 10. Chetia R., Boruah S.M., Sahu P.P. Quantum image edge detection using improved Sobel mask based on NEQR. Quantum Information Processing. 2021;20:1–25.
 11. Kong X., Chen Q., Wang J., Gu G., Wang P., Qian W., Ren K., Miao X. Inclinator Assembly Error Calibration and Horizontal Image Correction in Photoelectric Measurement Systems. Sensors (Basel, Switzerland). 2018;18(1):248. <https://doi.org/10.3390/s18010248>.
 12. Yang F., Han C., Bai B. X., Zhang C. Projected image correction technology research on autonomous-perception anisotropic surfaces. Applied Optics. 2018;57(2):283–294. <https://doi.org/10.1364/AO.57.000283>.
 13. Balyan M.K. Object image correction using an X-ray dynamical diffraction Fraunhofer hologram. Journal of Synchrotron Radiation. 2014;21(Pt 2):449–451. <https://doi.org/10.1107/S1600577513034802>.
 14. Hugonnet H., Lee M., Park Y. Optimizing illumination in three-dimensional deconvolution microscopy for accurate refractive index tomography. Optics Express. 2021;29(5):6293–6301. <https://doi.org/10.1364/OE.412510>.
 15. Oran O.F., Klassen L.M., Serrai H., Menon R.S. Demonstration and suppression of respiration-related artifacts in Bloch-Siegert shift-based B1+ maps of the human brain. NMR in Biomedicine. 2020;33(7):e4299. <https://doi.org/10.1002/nbm.4299>.
 16. Marchant T.E., Joshi K.D., Moore C.J. Accuracy of radiotherapy dose calculations based on cone-beam CT: comparison of deformable registration and image correction based methods. Physics in Medicine and Biology. 2018;63(6):065003. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/aab0f0>.
 17. Mozumder M., Hauptmann A., Nissila I., Arridge S.R., Tervainen T.A. Model-Based Iterative Learning Approach for Diffuse Optical Tomography. IEEE Transactions on Medical Imaging. 2022;41(5):1289–1299. <https://doi.org/10.1109/TMI.2021.3136461>.
 18. Whitehead A.J., Kirkland N.J., Engler A.J. Atomic force microscopy for live-cell and hydrogel measurement. Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.). 2021;2299:217–226. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1382-5_16.
 19. Coster A.D., Wichaidit C., Rajaram S., Altschuler S.J., Wu L.F. A simple image correction method for high-throughput microscopy. Nature Methods. 2014;11(6):602. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2971>.
 20. Yang W., Yuste R. Correction to: Holographic Imaging and Stimulation of Neural Circuits. Advances in Experimental Medicine and Biology. 2021;1293:C1–C2. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8763-4_45.
 21. Forsyth D., Rock J.J. Intrinsic image decomposition using paradigms. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2022;44(11):7624–7637. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2021.3119551>.
 22. Ерусланов Р.В., Орехова М.Н., Дубровин В.Н. Сегментация изображений органов забрюшинного пространства по компьютерным томографическим изображениям на основе функции уровня. Компьютерная оптика. 2015;(4):592–599.
 23. Perumal S., Thambusamy V. Preprocessing by contrast enhancement techniques for medical images. Int J Pure Appl Math. 2018;118:3681–3688.
 24. Onim A., Musyoki S., Kihato P. Selection of optimal SINR threshold in fractional frequency reuse by comparing Otsu's and entropy method. Heliyon. 2022;8(11):e11736. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11736>.
 25. Azeroual A., Afdel K. Fast image edge detection based on Faber Schauder Wavelet and Otsu Threshold. Heliyon. 2018;3(12):e00485. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00485>.
 26. Yang Y., Tian D., Wu B. A fast and reliable noise-resistant medical image segmentation and bias field correction model. Magnetic Resonance Imaging. 2018;54:15–31. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2018.06.015>.
 27. Khorram B., Yazdi M. A New optimized thresholding method using ant colony algorithm for MR brain image segmentation. Journal of Digital Imaging. 2019;32(1):162–174. <https://doi.org/10.1007/s10278-018-0111-x>.
 28. Xiong F., Qi X., Nattel S., Comtois P. Wavelet analysis of cardiac optical mapping data. Computers in Biology and Medicine. 2015;65:243–255. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2015.06.022>.
 29. Ou X., Pan W., Zhang X., Xiao P. Skin image retrieval using Gabor wavelet texture feature. International Journal of Cosmetic Science. 2016;38(6):607–614. <https://doi.org/10.1111/ics.12332>.

30. Liu Y., Saleh Z., Song Y., Chan M., Li X., Shi C., Qian X., Tang X. Novel Wavelet-Based Segmentation of Prostate CBCT Images with Implanted Calypso Transponders. *International journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology*. 2017;6(3):336–343. <https://doi.org/10.4236/ijmpcero.2017.63030>.
31. Maji P., Roy S. Rough-fuzzy clustering and unsupervised feature selection for wavelet based MR image segmentation. *PloS One*. 2015;10(4):e0123677. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123677>.
32. Li D., Zang P., Chai X., Cui Y., Li R., Xing L. Automatic multiorgan segmentation in CT images of the male pelvis using region-specific hierarchical appearance cluster models. *Medical Physics*. 2016;43(10):5426. <https://doi.org/10.1118/1.4962468>.
33. Uzümcü M., van der Geest R.J., Swingen C., Reiber J.H., Lelieveldt B.P. Time continuous tracking and segmentation of cardiovascular magnetic resonance images using multidimensional dynamic programming. *Investigative Radiology*. 2006;41(1):52–62. <https://doi.org/10.1097/01.rli.0000194070.88432.24>.
34. Birjandtalab J., Baran Pouyan M., Cogan D., Nourani M., Harvey J. Automated seizure detection using limited-channel EEG and non-linear dimension reduction. *Computers in Biology and Medicine*. 2017;82:49–58. <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2017.01.011>.
35. Леонтьева Л.Н. Последовательный выбор признаков при восстановлении регрессии. *Машинное обучение и анализ данных*. 2012;(3):335–346.
36. Грицинская В.Л. Использование компьютерных технологий при проведении диспансеризации детского населения Республики Тыва. В *мире научных открытий*. 2017;(2):158–167.
37. Быкова В.В., Катаева А.В. Методы и средства анализа информативности признаков при обработке медицинских данных. *Программные продукты и системы*. 2016;(2):172–178.
38. Ваулин Г.Ф., Махматов О.В., Длужневская М.А. К вопросу отбора объектов на цифровых медицинских изображениях. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023;(4):130.
39. Lai Z., Deng H. Medical image classification based on deep features extracted by deep model and statistic feature fusion with multilayer perceptron. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2018;2018:2061516. <https://doi.org/10.1155/2018/2061516>.
40. Patankar A.M., Thorat S.S. Diagnosis of Ophthalmic Diseases in Fundus Image Using various Machine Learning Techniques. In *Proceedings of the 2021 6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, Coimbatre, India; 2021:1114–1118.
41. Гулятьева Т.А., Попов А.А., Саутин А.С. Методы статистического обучения в задачах регрессии и классификации. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет; 2016.
42. Fuyong Xing, Yuanpu Xie, Hai Su, Fujun Liu, Lin Yang. Deep Learning in Microscopy Image Analysis: A Survey. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 2018;29(10):4550–4568. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2017.2766168>.
43. Gu Y., Shen M., Yang J., Yang G.Z. Reliable label-efficient learning for biomedical image recognition. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2019;66(9):2423–2432. <https://doi.org/10.1109/TBME.2018.2889915>.
44. Wallner J., Schwaiger M., Hocegger K., Gsaxner C., Zemmann W., Egger J. A review on multiplatform evaluations of semi-automatic open-source based image segmentation for cranio-maxillofacial surgery. *Comput Methods Programs Biomed*. 2019;182:105102. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.105102>.
45. Rosen A.F.G., Roalf D.R., Ruparel K., Blake J., Seelaus K., Villa L.P., Ciric R., Cook P.A., Davatzikos C., Elliott M.A., Garcia de La Garza A., Gennatas E.D., Quarmley M., Schmitt J.E., Shinohara R.T., Tisdall M.D., Craddock R.C., Gur R.E., Gur R.C., Satterthwaite T.D. Quantitative assessment of structural image quality. *Neuroimage*. 2018;169:407–418. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.12.059>.
46. Schulze H.G., Rangan S., Piret J.M., Blades M.W., Turner R.F.B. Developing fully automated quality control methods for preprocessing raman spectra of biomedical and biological samples. *Appl Spectrosc*. 2018;72(9):1322–1340. <https://doi.org/10.1177/0003702818778031>.
47. Sagawa H., Itagaki K., Matsushita T., Miyati T. Evaluation of motion artifacts in brain magnetic resonance images using convolutional neural network-based prediction of full-reference image quality assessment metrics. *J Med Imaging (Bellingham)*. 2022;9(1):015502. <https://doi.org/10.1117/1.JMI.9.1.015502>.
48. Jang J., Bang K., Jang H., Hwang D. Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Quality evaluation of no-reference MR images using multidirectional filters and image statistics. *Magn Reson Med*. 2018;80(3):914–924. <https://doi.org/10.1002/mrm.27084>.
49. Khan M.U., Luo M.R., Tian D. No-reference image quality metrics for color domain modified images. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis*. 2022;39(6):B65–B77. <https://doi.org/10.1364/JOSAA.450595>.

REFERENCES

1. Ansari Z., Mateenuddin Q., Abdullah A. Performance research on medical data classification using traditional and soft computing techniques. *Int J Recent Technol Eng*. 2019;8(2S3):990–995.
2. Rashed B.M., Popescu N. Critical analysis of the current medical image-based processing techniques for automatic disease evaluation: systematic literature review. *Sensors*. 2022;22(18):7065. <https://doi.org/10.3390/s22187065>.
3. Filimonova E.S., Tarasenko S.L., Dykhno Yu.A., Khlebnikova F.B. Evaluation of the effectiveness of cytological

- diagnosis of lung malignancies. *Siberian Medical Review*. 2014;3(87):65–69. (In Russian).
4. Narkevich A.N., Plotnikov D.V., Vinogradov K.A., Kataeva A.V. Comparison of feature selection methods for object identification on digital images of microscopic preparations. *Engineering Bulletin of the Don*. 2018;(2):23. (In Russian).
 5. Andronova N.E., Grebenyuk P.E., Chmutin A.M. Algorithm and software implementation of control of tint contrast of digital images. *Engineering Bulletin of the Don*. 2016;4(43):61. (In Russian).
 6. Sorokin M.I. Methods of pattern recognition in images. *Alley of Science*. 2017;2(9):895–906. (In Russian).
 7. Obukhova N.A., Motyko A.A., Pozdeev A.A. Digital processing of endoscopic images for medical decision support systems. *News of higher educational institutions of Russia. Radio Electronics*. 2018;(6):54–65. (In Russian).
 8. Gomariz M., Blaya S., Acebal P., Carretero L. Real-time UV-visible spectroscopy analysis of purple membrane-polyacrylamide film formation taking into account Fano line shapes and scattering. *PloS One*. 2014;9(10):e110518. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110518>.
 9. DePuey E.G. Traditional gamma cameras are preferred. *Journal of nuclear cardiology: official publication of the American Society of Nuclear Cardiology*. 2016;23(4):795–802. <https://doi.org/10.1007/s12350-016-0460-0>.
 10. Chetia R., Boruah S.M., Sahu P.P. Quantum image edge detection using improved Sobel mask based on NEQR. *Quantum Information Processing*. 2021;20:1–25.
 11. Kong X., Chen Q., Wang J., Gu G., Wang P., Qian W., Ren K., Miao X. Inclinator Assembly Error Calibration and Horizontal Image Correction in Photoelectric Measurement Systems. *Sensors (Basel, Switzerland)*. 2018;18(1):248. <https://doi.org/10.3390/s18010248>.
 12. Yang F., Han C., Bai B. X., Zhang C. Projected image correction technology research on autonomous-perception anisotropic surfaces. *Applied Optics*. 2018;57(2):283–294. <https://doi.org/10.1364/AO.57.000283>.
 13. Balyan M.K. Object image correction using an X-ray dynamical diffraction Fraunhofer hologram. *Journal of Synchrotron Radiation*. 2014;21(Pt 2):449–451. <https://doi.org/10.1107/S1600577513034802>.
 14. Hugonnet H., Lee M., Park Y. Optimizing illumination in three-dimensional deconvolution microscopy for accurate refractive index tomography. *Optics Express*. 2021;29(5):6293–6301. <https://doi.org/10.1364/OE.412510>.
 15. Oran O.F., Klassen L.M., Serrai H., Menon R.S. Demonstration and suppression of respiration-related artifacts in Bloch-Siegert shift-based B1+ maps of the human brain. *NMR in Biomedicine*. 2020;33(7):e4299. <https://doi.org/10.1002/nbm.4299>.
 16. Marchant T.E., Joshi K.D., Moore C.J. Accuracy of radiotherapy dose calculations based on cone-beam CT: comparison of deformable registration and image correction based methods. *Physics in Medicine and Biology*. 2018;63(6):065003. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/aab0f0>.
 17. Mozumder M., Hauptmann A., Nissila I., Arridge S.R., Tarvainen T.A. Model-Based Iterative Learning Approach for Diffuse Optical Tomography. *IEEE Transactions on Medical Imaging*. 2022;41(5):1289–1299. <https://doi.org/10.1109/TMI.2021.3136461>.
 18. Whitehead A.J., Kirkland N.J., Engler A.J. Atomic Force Microscopy for Live-Cell and Hydrogel Measurement. *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*. 2021;2299:217–226. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1382-5_16.
 19. Coster A.D., Wichaidit C., Rajaram S., Altschuler S.J., Wu L.F. A simple image correction method for high-throughput microscopy. *Nature Methods*. 2014;11(6):602. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2971>.
 20. Yang W., Yuste R. Correction to: Holographic Imaging and Stimulation of Neural Circuits. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2021;1293:C1–C2. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8763-4_45.
 21. Forsyth D., Rock J.J. Intrinsic Image Decomposition Using Paradigms. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2022;44(11):7624–7637. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2021.3119551>.
 22. Yerulandov R.V., Orekhova M.N., Dubrovin V.N. Segmentation of images of retroperitoneal organs by computer tomographic images based on the level function. *Computer Optics*. 2015;(4):592–599. (In Russian).
 23. Perumal S., Thambusamy V. Preprocessing by contrast enhancement techniques for medical images. *Int J Pure Appl Math*. 2018;118:3681–3688.
 24. Onim A., Musyoki S., Kihato P. Selection of optimal SINR threshold in fractional frequency reuse by comparing Otsu's and entropy method. *Heliyon*. 2022;8(11):e11736. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11736>.
 25. Azeroual A., Afdel K. Fast Image Edge Detection based on Faber Schauder Wavelet and Otsu Threshold. *Heliyon*. 2018;3(12):e00485. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00485>.
 26. Yang Y., Tian D., Wu B. A fast and reliable noise-resistant medical image segmentation and bias field correction model. *Magnetic Resonance Imaging*. 2018;54:15–31. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2018.06.015>.
 27. Khorram B., Yazdi M. A New optimized thresholding method using ant colony algorithm for mr brain image segmentation. *Journal of Digital Imaging*. 2019;32(1):162–174. <https://doi.org/10.1007/s10278-018-0111-x>.
 28. Xiong F., Qi X., Nattel S., Comtois P. Wavelet analysis of cardiac optical mapping data. *Computers in Biology and Medicine*. 2015;65:243–255. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2015.06.022>.
 29. Ou X., Pan W., Zhang X., Xiao P. Skin image retrieval using Gabor wavelet texture feature. *International Journal of Cosmetic Science*. 2016;38(6):607–614. <https://doi.org/10.1111/ics.12332>.
 30. Liu Y., Saleh Z., Song Y., Chan M., Li X., Shi C., Qian X., Tang X. Novel Wavelet-Based Segmentation of Prostate

- CBCT Images with Implanted Calypso Transponders. *International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology*. 2017;6(3):336–343. <https://doi.org/10.4236/ijmpcero.2017.63030>.
31. Maji P., Roy S. Rough-fuzzy clustering and unsupervised feature selection for wavelet based MR image segmentation. *PloS One*. 2015;10(4):e0123677. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123677>.
 32. Li D., Zang P., Chai X., Cui Y., Li R., Xing L. Automatic multiorgan segmentation in CT images of the male pelvis using region-specific hierarchical appearance cluster models. *Medical Physics*. 2016;43(10):5426. <https://doi.org/10.1118/1.4962468>.
 33. Uzümcü M., van der Geest R.J., Swingen C., Reiber J.H., Lelieveldt B.P. Time continuous tracking and segmentation of cardiovascular magnetic resonance images using multidimensional dynamic programming. *Investigative Radiology*. 2006;41(1):52–62. <https://doi.org/10.1097/01.rli.0000194070.88432.24>.
 34. Birjandtalab J., Baran Pouyan M., Cogan D., Nourani M., Harvey J. Automated seizure detection using limited-channel EEG and non-linear dimension reduction. *Computers in Biology and Medicine*. 2017;82:49–58. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2017.01.011>.
 35. Leontieva L.N. Sequential selection of features in regression reconstruction. *Machine Learning and Data Analysis*. 2012;(3):335–346. (In Russian).
 36. Gritsinskaya V.L., Moskalenko O.L. The use of computer technologies during the medical examination of the children's population of the Republic of Tyva. In the *World of Scientific Discoveries*. 2017;(2):158–167. (In Russian).
 37. Bykova V.V., Kataeva A.V. Methods and means of analyzing the informative value of signs in the processing of medical data. *Software Products and Systems*. 2016;(2):172–178. (In Russian).
 38. Vaulin G.F., Makhmatov O.V., Dluzhnevskaya M.A. On the issue of selecting objects in digital medical images. *International Research Journal*. 2023;(4):130. (In Russian).
 39. Lai Z., Deng H. Medical image classification based on deep features extracted by deep model and statistic feature fusion with multilayer perceptron. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2018;2028:2061516. <https://doi.org/10.1155/2018/2061516>.
 40. Patankar A.M., Thorat S.S. Diagnosis of Ophthalmic Diseases in Fundus Image Using various Machine Learning Techniques. In *Proceedings of the 2021 6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, Coimbatre, India; 2021:1114–1118.
 41. Gulyaeva T.A., Popov A.A., Sautin A.S. *Methods of statistical learning in regression and classification problems*. Novosibirsk: Novosibirsk State Technical University; 2016. (In Russian).
 42. Fuyong Xing, Yuanpu Xie, Hai Su, Fujun Liu, Lin Yang. *Deep Learning in Microscopy Image Analysis: A Survey*. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 2018;29(10):4550–4568. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2017.2766168>.
 43. Gu Y., Shen M., Yang J., Yang G.Z. Reliable label-efficient learning for biomedical image recognition. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2019;66(9):2423–2432. <https://doi.org/10.1109/TBME.2018.2889915>.
 44. Wallner J., Schwaiger M., Hohegger K., Gsaxner C., Zemmann W., Egger J. A review on multiplatform evaluations of semi-automatic open-source based image segmentation for cranio-maxillofacial surgery. *Comput Methods Programs Biomed*. 2019;182:105102. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.105102>.
 45. Rosen AFG., Roalf D.R., Ruparel K., Blake J., Seelaus K., Villa L.P., Ciric R., Cook P.A., Davatzikos C., Elliott M.A., Garcia de La Garza A., Gennatas E.D., Quarmley M., Schmitt J.E., Shinohara R.T., Tisdall M.D., Craddock R.C., Gur R.E., Gur R.C., Satterthwaite T.D. Quantitative assessment of structural image quality. *Neuroimage*. 2018;169:407–418. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.12.059>.
 46. Schulze H.G., Rangan S., Piret J.M., Blades M.W., Turner RFB. Developing Fully Automated Quality Control Methods for Preprocessing Raman Spectra of Biomedical and Biological Samples. *Appl Spectrosc*. 2018;72(9):1322–1340. <https://doi.org/10.1177/0003702818778031>.
 47. Sagawa H., Itagaki K., Matsushita T., Miyati T. Evaluation of motion artifacts in brain magnetic resonance images using convolutional neural network-based prediction of full-reference image quality assessment metrics. *J Med Imaging (Bellingham)*. 2022;9(1):015502. <https://doi.org/10.1117/1.JMI.9.1.015502>.
 48. Jang J., Bang K., Jang H., Hwang D. Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Quality evaluation of no-reference MR images using multidirectional filters and image statistics. *Magn Reson Med*. 2018;80(3):914–924. DOI: 10.1002/mrm.27084.
 49. Khan M.U., Luo M.R., Tian D. No-reference image quality metrics for color domain modified images. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis*. 2022;39(6):B65–B77. DOI: 10.1364/JOSAA.450595.

УДК 618.19-006.6+616-07+004.8+004.93`1
<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.18.74.004>

Современные подходы к выявлению клеточных ядер на гистологических микропрепаратах

Александра Александровна Тихомирова, Ксения Станиславовна Ефремова,
Михаил Александрович Дохов, Никита Александрович Дементьев, Вадим Евгеньевич Стернин

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

Контактная информация: Вадим Евгеньевич Стернин — преподаватель кафедры медицинской информатики.

E-mail: g249@inbox.ru; <https://orcid.org/0009-0004-5039-0833>; SPIN: 2190-5634

Для цитирования: Тихомирова А.А., Ефремова К.С., Дохов М.А., Дементьев Н.А., Стернин В.Е. Современные подходы к выявлению клеточных ядер на гистологических микропрепаратах. *Визуализация в медицине*. 2025;7(4):31–39.
<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.18.74.004>.

Поступила: 03.10.2025

Одобрена: 12.11.2025

Принята к печати: 29.12.2025

Резюме. Введение. Развитие компьютерной морфометрии и искусственного зрения предлагает новые подходы к анализу гистологических микропрепаратов, что является важной частью диагностики онкологических заболеваний. «Золотым стандартом» диагностики онкологических заболеваний является гистопатологический анализ изображений. **Цель исследования** — оценка частоты встречаемости различных подходов к выделению клеточных ядер методами компьютерного зрения на примере микропрепаратов рака молочной железы. **Материалы и методы.** Проведены исследование и анализ количества научных публикаций в электронных библиотеках PubMed и eLIBRARY, посвященных выделению клеточных ядер на медицинских изображениях методами компьютерного зрения, за последние 10 лет. Медицинские изображения были взяты из виртуальной базы гистологических микрофотографий Histology Guide. **Результаты.** Методы компьютерного зрения, используемые для обработки и анализа гистопатологических изображений молочной железы, могут быть разделены на две основные группы: традиционные методы машинного обучения и методы, основанные на глубоком обучении. В работе рассмотрен ряд методов выявления клеточных ядер, таких как метод семантической сегментации ядер, метод Рейнхарда, метод использования активных контуров, машины опорных векторов (support vector machines, SVM) и дерева решений. **Выводы.** За последние 10 лет заметно возрос интерес исследователей к анализу медицинских изображений с помощью алгоритмов глубокого обучения, что связано с развитием компьютерных технологий и искусственного интеллекта. Основной проблемой анализа гистологических изображений молочной железы является гетерогенность образцов. Нейросетевая модель, разработанная на ограниченном наборе данных, может не работать с заявленной точностью на других микропрепаратах. Алгоритмы глубокого обучения неуправляемы, в отличие от традиционного метода, где исследователь контролирует каждый этап. Это снижает чувствительность диагностики нейронных сетей.

Ключевые слова: рак молочной железы, глубокое обучение, методы компьютерного зрения

<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.18.74.004>

Modern approaches to the identification of cell nuclei on histological micro-preparations

Aleksandra A. Tikhomirova, Ksenija S. Efremova, Mikhail A. Dokhov, Nikita A. Dementyev, Vadim E. Sternin

Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya str., Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

Contact information: Vadim E. Sternin — Teacher at the Department of Medical Informatics. E-mail: g249@inbox.ru; <https://orcid.org/0009-0004-5039-0833>; SPIN: 2190-5634

For citation: Tikhomirova A.A., Efremova K.S., Dokhov M.A., Dementyev N.A., Sternin V.E. Modern approaches to the identification of cell nuclei on histological micro-preparations. *Visualization in Medicine*. 2025;7(4):31–39. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.18.74.004>.

Received: 03.10.2025

Revised: 12.11.2025

Accepted: 29.12.2025

Abstract. Introduction. The development of computer morphometry and artificial vision offers new approaches to the analysis of histological micropreparations, which is an important part of the diagnosis of cancer. The “gold standard” for the diagnosis of cancer is histopathological image analysis. **The purpose of the study** is to assess the frequency of occurrence of different approaches to the selection of cell nuclei by computer vision methods on the example of breast cancer micropreparations. **Materials and methods.** Research and analysis of the number of scientific publications in electronic libraries PubMed and eLIBRARY devoted to the selection of cell nuclei on medical images by computer vision over the past 10 years. The medical images were taken from the HistologyGuide virtual database of histological micrographs. **Results.** Computer vision methods used for processing and analyzing breast histopathological images can be divided into two main groups: traditional machine learning methods and deep learning-based methods. This paper discusses several methods for detecting cell nuclei, such as semantic segmentation of nuclei, the Reinhard method, the active contour method, support vector machines (SVM), and decision trees. **Conclusions.** Over the past 10 years, there has been a significant increase in the interest of researchers in analyzing medical images using deep learning algorithms, which is due to the development of computer technology and artificial intelligence. The main problem in analyzing breast histopathological images is the heterogeneity of the samples. A neural network model developed on a limited dataset may not perform with the same accuracy on other microtissues. Deep learning algorithms are unsupervised, unlike the traditional method where the researcher controls each step. This reduces the sensitivity of neural network diagnostics.

Keywords: breast cancer, deep learning, methods of computer-assisted image processing

ВВЕДЕНИЕ

По частоте встречаемости среди онкологических заболеваний рак молочной железы занимает второе место. Раннее выявление рака молочной железы может существенно снизить смертность от этого заболевания. Для диагностики рака молочной железы широко применяют различные методы визуализации, например, маммографию и ультразвук, однако гистопатологический анализ изображений считается «золотым стандартом» определения злокачественных новообразований, поскольку выявляет микроскопические соотношения клеточных и тканевых структур [1].

Традиционный анализ гистопатологических изображений является трудоемким процессом, во многом зависящим от квалификации группы исследователей. Развитие компьютерной морфометрии и искусственного зрения позволило использовать вычислительные методы для анализа онкологического процесса в молочной железе, предложить новые подходы к анализу и интерпретации гистопатологических микропрепаратов [2–4]. В частности, разрабатываемые системы искусственного интеллекта позволяют использовать методы обработки медицинских изображений в системах поддержки принятия врачебных решений.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования — провести оценку частоты встречаемости различных подходов к выделению клеточных ядер методами компьютерного зрения на примере микропрепаратов рака молочной железы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование и анализ научных публикаций, посвященных выделению клеточных ядер на медицинских изображениях методами компьютерного зрения, проведены в электронных библиотеках PubMed и eLIBRARY. Были изучены 620 статей, опубликованных за последние 10 лет. Медицинские изображения были взяты из виртуальной базы гистопатологических микрофотографий Histology Guide.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В последние годы в литературе широко исследуются методы компьютерного зрения, используемые для обработки и анализа гистопатологических изображений молочной железы. Эти методы могут быть разделены на две основные группы: тради-

ционные методы машинного обучения и методы, основанные на глубоком обучении.

Основное различие между традиционными и методами, основанными на глубоком обучении, заключается в стиле обучения. Традиционные методы включают в себя различные этапы, такие как предварительная обработка, сегментация и извлечение признаков, которые должны быть определены пользователем. Однако в случае глубокого обучения (156 публикаций, 25%) изображение непосредственно передается в модель, которая изучает сложные шаблоны и производит требуемый результат. Это своего рода «черный ящик», поскольку пользователь фактически не вовлекается в процесс принятия решения.

При обработке изображений все чаще применяют сверточные нейронные сети [5], которые преобразуют входное изображение, используя обучаемые фильтры для обнаружения закономерностей. Фильтры представляют собой функции или закономерности, которые необходимо извлечь для классификации изображения. Веса фильтров определяются в процессе обучения, уменьшая ошибку, рассчитанную на выходном слое. Главное отличие метода, основанного на глубоком обучении, от традиционных методов — это его способность обучаться, опираясь на анализ представленных данных [6].

Архитектура сверточной нейронной сети состоит из наборов слоев свертки, которые используются для извлечения признаков. Кроме того, для распространения наиболее заметных функций в более глубокие слои обычно используют max-pooling слои. В конце процесса полностью связанные слои используются для классификации. Для выполнения семантической сегментации (маркировки каждого пикселя изображения) используются архитектуры на основе кодера-декодера.

Кодировщик отвечает за извлечение функций из входного изображения. Декодеры отвечают за группировку пикселей и класса прогноза. В то же время повторное применение операций максимального объединения приводит к уменьшению размеров изображения. Следовательно, операции повышения дискретизации часто используются в декодерах для восстановления исходных размеров изображения.

Пример семантической сегментации ядер на основе кодера-декодера сети U-Net представлен на рисунке 1. Модель обучена на гистопатологических изображениях молочной железы, собранных в Медицинском колледже Индии [22].

Точность составила 89%, что соответствует результатам сравнительного анализа точности моделей с использованием нейронных сетей. Лучшие

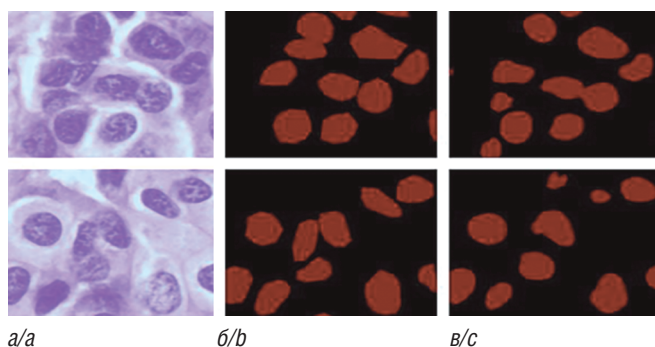


Рис. 1. Пример семантической сегментации ядер на основе кодера-декодера сети U-Net: *a* — входное изображение; *b* — истинное изображение; *c* — результат сети U-Net (Histology Guide)

Fig. 1. An example of semantic segmentation of nuclei based on the U-Net network encoder-decoder: *a* — input image; *b* — ground truth; *c* — result of the U-Net network (Histology Guide)

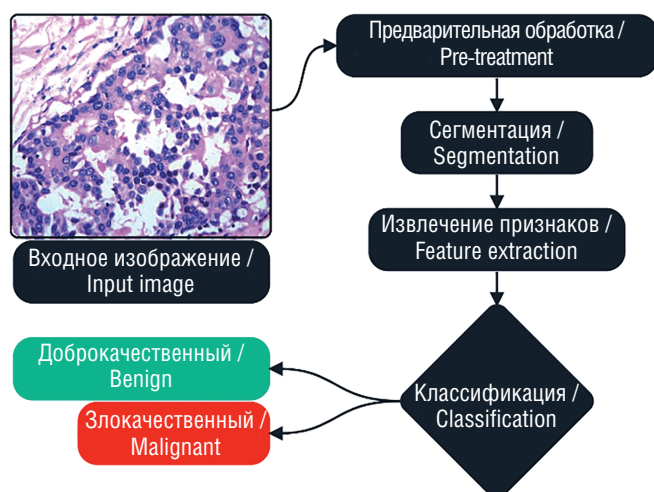


Рис. 2. Схема конвейерного подхода (составлена авторами)
Fig. 2. The scheme of the conveyor approach (compiled by the authors)

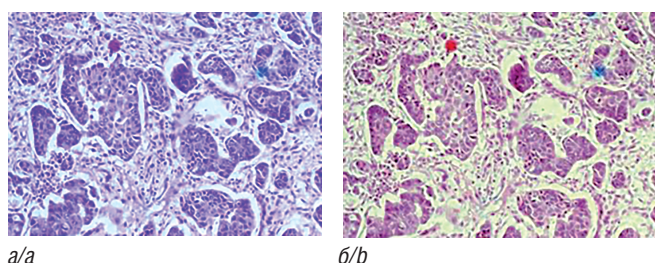


Рис. 3. Пример нормализации цвета гистопатологического изображения по методу Рейнхарда: *a* — исходное изображение; *b* — изображение после нормализации цвета (Histology Guide)

Fig. 3. An example of color normalization of a histopathological image using the Reinhard method: *a* — original image; *b* — image after color normalization (Histology Guide)

показатели точности в 90–95% имеют сети, обученные на предварительно размеченных данных.

Сегментация предоставляет множество возможностей для выделения признаков и является важным шагом в выявлении рака [7, 8]. Были проведены систематические сравнения между подходами ML, с сегментацией или без нее. Более высокие показатели успеха выявления заболевания достигаются, когда задачи сегментации и диагностики являются двумя отдельными этапами в модели [9, 10] или при использовании последовательности моделей, каждая из которых посвящена процессу сегментации, обнаружения и классификации. Разделение задач сегментации и классификации на комбинацию модели GAN для сегментации и CNN для классификации привело к специфичности 99,28% и точности 98,75% [11–13].

Традиционные методы включают в себя следующие этапы: предварительная обработка, сегментация, извлечение признаков и классификация. Этот метод известен как конвейерный подход, поскольку при работе с изображениями проходит несколько последовательных этапов. Пример работы конвейерного подхода представлен на рисунке 2.

Предварительная обработка (44 публикации; 7%). В процессе подготовки изображения требуется предварительная обработка, известная как нормализация цвета, для уменьшения цветовых вариаций [14, 15]. Нормализация цвета — это процесс передачи цветового распределения шаблонного изображения на входные изображения. Этот процесс уменьшает разброс данных и облегчает анализ гистологических изображений. Популярные методы нормализации цвета включают метод Рейнхарда, метод Маценко, выравнивание гистограмм, деконволюция цвета и др. Эти методы опираются на среднее и стандартное отклонения цветовых каналов входных изображений и стандартизируются по изображению шаблона. Пример нормализации по методу Рейнхарда представлен на рисунке 3.

Метод Рейнхарда передает цветовое распределение изображения шаблона на входное изображение с помощью сопоставления гистограмм двух изображений. Деконволюция цвета — популярный метод, используемый для отделения пятен. Он разлагает изображение RGB на различные каналы, которые отображают оптическое поглощение/пропускание красителей. При этом сложность заключается в выборе шаблонного изображения для нормализации цвета. Низкоконтрастное шаблонное изображение может уменьшить контрастность входного изображения. Это может привести к потере части информации. В некоторых ситуациях усиление контрастности также используется в качестве этапа

предварительной обработки для выделения слегка окрашенных участков [16].

Сегментация (300 работ; 48%). В традиционном подходе за предварительной обработкой обычно следует сегментация, определяющая потенциальную область интереса [17, 18]. Ядра клеток являются одними из наиболее заметных потенциальных областей интереса, так как их атипия служит признаком злокачественной опухоли.

Идентификация этих областей помогает упростить классификацию гистологических изображений. Часто применяют пороговую обработку изображения, методы водоразделов и активных контуров. Определение порогового значения изображения — это простой метод, при котором значение интенсивности пикселя сравнивается с пороговым значением. Пиксели, значение интенсивности которых превышает пороговое значение, считаются пикселями переднего плана и обозначаются цифрой 1, а пиксели фона обозначаются 0. В результате получается двоичное изображение.

Метод сегментации по водоразделам — еще один популярный выбор для сегментации ядер [19]. В этом методе заданное входное изображение считается топологической поверхностью, вершины которой представляют собой высокие значения интенсивности пикселей, а впадины — пикселями низкой интенсивности. Локальные минимумы или долины как бы затоплены водой. Построив водораздел, можно осуществить сегментацию (рис. 4).

Использование активных контуров — популярный способ выполнения сегментации ядер [20]. При таком подходе контуры инициализируются, а затем обновляются итеративно. Начальные точки контура обновляются на основе целевой функции, однако задание начальных контуров затруднено и

во многом зависит от характеристик интересующего исследователя объекта.

Канал G из цветового пространства RGB и S-канал из цветового пространства HSV позволяют обнаруживать ядра и, следовательно, могут использоваться для точной сегментации ядра. Использование цветовых схем при сегментации ядер представлено на рисунке 5.

Извлечение признаков, необходимых для классификации и вывода. Характеристики изображения и изучаемая область интереса определяют выбор текстурных особенностей или особенностей геометрических форм [21].

Текстуру можно определить как повторяющийся на небольшом участке узор. Особенности текстуры играют важную роль. Так, например, в случае инвазивной карциномы ядра распространяются в стромальную область, что приводит к изменению особенностей текстуры. Популярными функциями, работающими с текстурами, являются локальные

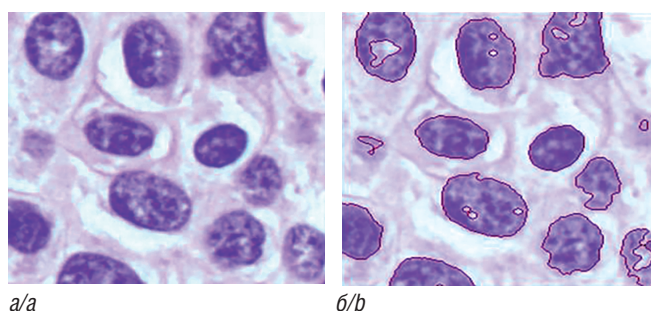


Рис. 4. Иллюстрация сегментации ядер клеток на изображении методом водораздела: *a* — исходное изображение; *b* — сегментированные ядра клеток (Histology Guide)

Fig. 4. Illustration of segmentation of cell nuclei in the image by the watershed method: *a* — original image; *b* — segmented cell nuclei (Histology Guide)

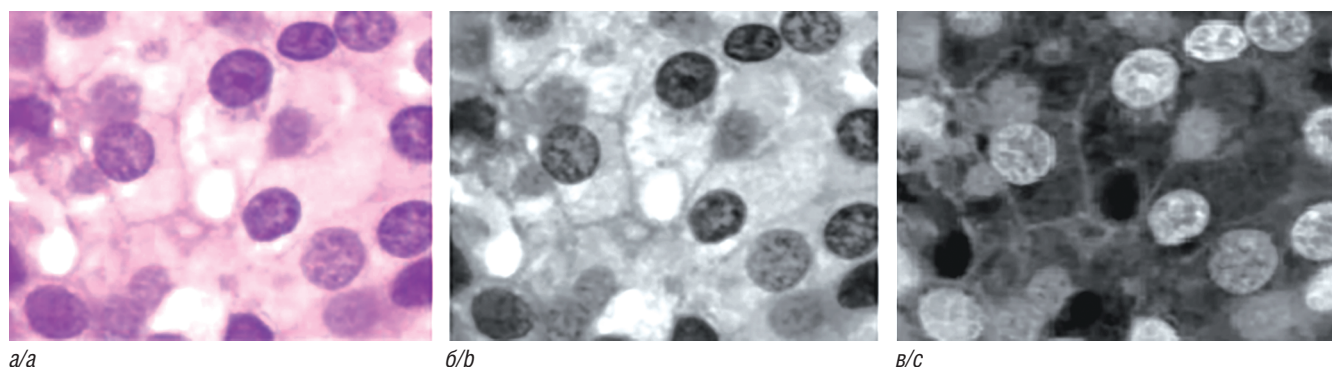


Рис. 5. Примеры использования различных цветовых схем: *a* — исходное изображение; *b* — сегментированные ядра клеток в S-канале из цветового пространства HSV; *c* — сегментированные ядра клеток в G-канале из цветового пространства RGB (Histology Guide)

Fig. 5. Examples of using different color schemes: *a* — original image; *b* — segmented cell nuclei in the S-channel from the HSV color space; *c* — segmented cell nuclei in the G-channel from the RGB color space (Histology Guide)

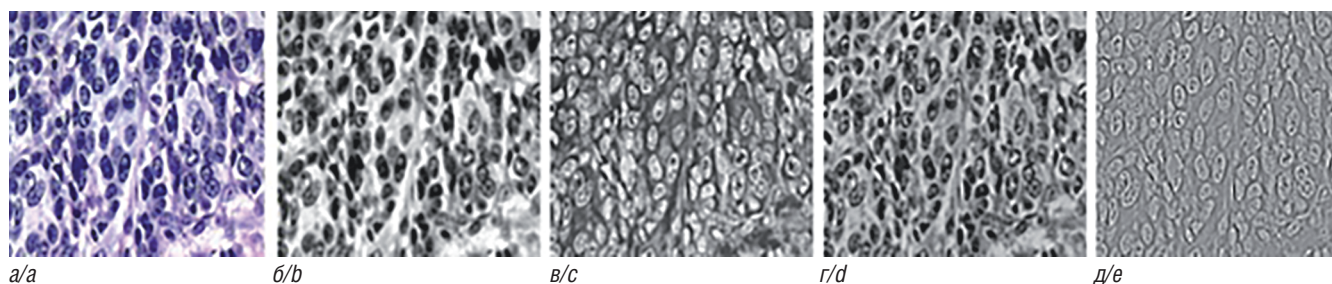


Рис. 6. Примеры применения фильтров к микроизображению молочной железы: *a* — исходное изображение; *b* — фильтр Гаусса (синий канал); *c* — фильтр Гаусса (зеленый канал); *d* — фильтр Гаусса (красный канал); *e* — фильтр Лапласа (Histology Guide)

Fig. 6. Examples of applying filters to breast microimage: *a* — original image; *b* — Gauss filter (blue plane); *c* — Gauss filter (green plane); *d* — Gauss filter (red plane); *e* — Laplace filter (Histology Guide)

бинарные шаблоны (LBP), матрицы (GLCM) и банки фильтров.

Локальный двоичный шаблон: LBP — это дескриптор локального объекта. Он рассчитывается по определению порога значения интенсивности пикселя с использованием соседних пикселей. В результате получается набор двоичных чисел, которые впоследствии преобразуются в десятичные числа для представления текстуры [22]. Области ядра имеют разные особенности локального двоичного шаблона по сравнению с другими фоновыми тканями, что помогает выявить ядра.

Часто используются фильтры (обычно Гаусса и Лапласа), изменяющие входное изображение для получения новой текстуры [23]. Кроме того, эти фильтры применяются для разных значений стандартного отклонения интенсивности пикселей для выявления закономерностей (рис. 6). Как видно из рисунка, фильтр Лапласа обнаруживает края ядра, которые можно использовать для сегментирования и определения точной границы.

Последним шагом является *выполнение классификации* (120 статей; 19%). В общем виде нужно отнести исследуемый образец к доброкачественному или злокачественному новообразованию. Популярные модели машинного обучения, используемые для классификации гистопатологических изображений, — машины опорных векторов (SVM) и деревья решений. Идея опорных векторов опирается на определение гиперплоскости, позволяющей разделять два класса. Классификаторы дерева решений используют древовидную структуру, в которой конечные узлы представляют возможные результаты, а внутренние узлы представляют функции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последние 10 лет заметно возрос интерес исследователей к анализу медицинских изображений с

помощью алгоритмов глубокого обучения, что связано с развитием компьютерных технологий и искусственного интеллекта. Однако, оценив общее количество публикаций по отдельным этапам традиционного подхода, отметим его сохраняющееся первенство (в 1,5 раза больше публикаций). Авторы связывают это с особенностью функционирования алгоритмов deep learning — неуправляемостью процесса обработки изображений в нем, в то время как в традиционном методе исследователь контролирует и участвует в настройке каждого этапа. Отсутствие контроля исследователя снижает чувствительность и точность диагностики с использованием нейронных сетей.

Основной проблемой анализа гистологических изображений молочной железы является гетерогенная природа образцов. Следовательно, нейросетевая модель, разработанная для обнаружения конкретного состояния и обученная на ограниченном наборе данных, может не работать с заявленной точностью на других, не вовлеченных ранее в исследование микропрепаратах.

К недостаткам данного подхода можно также отнести большой объем обучающих данных, при нехватке которых резко снизится качество и точность модели.

Еще одна проблема кроется в том, что для обучающих изображений требуется предварительная подготовка и разметка высококвалифицированным специалистом, которого может не быть.

Традиционный метод с использованием теоретических аспектов биологии позволяет выводить общие закономерности, зная которые можно исследовать и описывать изменения в клетках на любом микропрепарате.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение

исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

- Lagree A., Mohebpour M., Meti N., Saednia K., Lu F.I., Slodkowska E., Gandhi S., Rakovitch E., Shenfield A., Sadeghi-Naini A., Tran W.T. A review and comparison of breast tumor cell nuclei segmentation performances using deep convolutional neural networks. *Sci Rep.* 2021;11(1):8025. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87496-1>.
- Priya C.V.L., Biju V.G., Vinod B.R., Ramachandran S. Deep learning approaches for breast cancer detection in histopathology images: A review. *Cancer Biomark.* 2024;40(1):1–25. <https://doi.org/10.3233/CBM-230251>.
- Дементьев Н.А., Тихомирова А.А., Дохов М.А., Стернин В.Е. Обоснование подходов к компьютерному распознаванию гистологических структур. *Детская медицина Северо-Запада.* 2021;9(1):125–126.
- Леванчук А., Дохов М., Тихомирова А., Стернин В. Современные подходы к определению параметров для исключения артефактов изображения на цифровых микрофотографиях. *Визуализация в медицине.* 2023;4(4):3–6.
- Yan T., Chen G., Zhang H., Wang G., Yan Z., Li Y., Xu S., Zhou Q., Shi R., Tian Z., Wang B. Convolutional neural network with parallel convolution scale attention module and ResCBAM for breast histology image classification. *Heliyon.* 2024;10(10):e30889. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30889>.
- Kowal M., Żejmo M., Skobel M., Korbicz J., Monczak R. Cell Nuclei Segmentation in Cytological Images Using Convolutional Neural Network and Seeded Watershed Algorithm. *J Digit Imaging.* 2020;33(1):231–242. <https://doi.org/10.1007/s10278-019-00200-8>.
- Schmitz R., Madesta F., Nielsen M., Krause J., Steurer S., Werner R., Rösch T. Multi-scale fully convolutional neural networks for histopathology image segmentation: From nuclear aberrations to the global tissue architecture. *Med Image Anal.* 2021;70:101996. <https://doi.org/10.1016/j.media.2021.101996>.
- Мошков Н.Е. Применение алгоритмов глубокого обучения для сегментирования одиночных клеток и фенотипического профилирования. Автореф. дис. ... канд. комп. наук. М.; 2022.
- Makrogiannis S., Zheng K., Harris C. Discriminative localized sparse approximations for mass characterization in mammograms. *Front Oncol.* 2021;11:725320. <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.725320>.
- Li H., Chen D., Nailon W.H., Davies M.E., Laurenson D.I. Dual Convolutional Neural Networks for Breast Mass Segmentation and Diagnosis in Mammography. *IEEE Trans Med Imaging.* 2022;41(1):3–13. <https://doi.org/10.1109/TMI.2021.3102622>.
- Kofler F., Ezhov I., Fidon L., Pirkel C.M., Paetzold J.C., Burian E., Pati S., Hussein El.M., Navarro F., Shit S., Kirschke J., Bakas S., Zimmer C., Wiestler B., Menze B.H. Robust, primitive, and unsupervised quality estimation for segmentation ensembles. *Front Neurosci.* 2021;15:752780. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.752780>.
- Sawyer Lee R., Dunnmon J.A., He A., Tang S., Ré C., Rubin D.L. Comparison of segmentation-free and segmentation-dependent computer-aided diagnosis of breast masses on a public mammography dataset. *J Biomed Inform.* 2021;113:103656. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103656>.
- Bechelli S. Computer-aided cancer diagnosis via machine learning and deep learning: a comparative review. *arXiv:2210.1194.2022.* <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.11943>.
- Roy S., Kumar J.A., Lal S., Kini J. A study about color normalization methods for histopathology images. *Micron.* 2018;114:42–61. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2018.07.005>.
- Hoque M.Z., Keskinarkaus A., Nyberg P., Seppänen T. Retinex model based stain normalization technique for whole slide image analysis. *Comput Med Imaging Graph.* 2021;90:101901. <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2021.101901>.
- Стернин В.Е., Дохов М.А., Тихомирова А.А., Леванчук А.В. Методы предварительной обработки цифровых фотографий лимфоцитов. *Визуализация в медицине.* 2023;5(3):16–20.
- Xing F., Yang L. Robust Nucleus/Cell Detection and Segmentation in Digital Pathology and Microscopy Images: A Comprehensive Review. *IEEE Rev Biomed Eng.* 2016;9:234–263. <https://doi.org/10.1109/RBME.2016.2515127>.
- Wienert S., Heim D., Saeger K., Stenzinger A., Beil M., Hufnagel P., Dietel M., Denkert C., Klauschen F. Detection and segmentation of cell nuclei in virtual microscopy images: a minimum-model approach. *Sci Rep.* 2012;2:503. <https://doi.org/10.1038/srep00503>.

19. Hu H., Qiao S., Hao Y., Bai Y., Cheng R., Zhang W., Zhang G. Breast cancer histopathological images recognition based on two-stage nuclei segmentation strategy. *PLoS One*. 2022;17(4):e0266973. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266973>.
20. Veta M., Pluim J.P., van Diest P.J., Viergever M.A. Breast cancer histopathology image analysis: a review. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2014;61(5):1400–11. <https://doi.org/10.1109/TBME.2014.2303852>.
21. Zahoor S., Lali I.U., Khan M.A., Javed K., Mehmood W. Breast Cancer Detection and Classification using Traditional Computer Vision Techniques: A Comprehensive Review. *Curr Med Imaging*. 2020;16(10):1187–1200. <https://doi.org/10.2174/1573405616666200406110547>.
22. Paramanandam M., O'Byrne M., Ghosh B., Mammen J.J., Manipadam M.T., Thamburaj R., Pakrashi V. Automated Segmentation of Nuclei in Breast Cancer Histopathology Images. *PLoS One*. 2016;11(9):e0162053. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162053>.
23. Mouelhi A., Rmili H., Ali J.B., Sayadi M., Doghri R., Mrad K. Fast unsupervised nuclear segmentation and classification scheme for automatic allred cancer scoring in immunohistochemical breast tissue images. *Comput Methods Programs Biomed*. 2018;165:37–51. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2018.08.005>.
- Convolutional Neural Network and Seeded Watershed Algorithm. *J Digit Imaging*. 2020;33(1):231–242. <https://doi.org/10.1007/s10278-019-00200-8>.
7. Schmitz R., Madesta F., Nielsen M., Krause J., Steurer S., Werner R., Rösch T. Multi-scale fully convolutional neural networks for histopathology image segmentation: From nuclear aberrations to the global tissue architecture. *Med Image Anal*. 2021;70:101996. <https://doi.org/10.1016/j.media.2021.101996>.
8. Moshkov N.E. Application of deep learning algorithms for single cell segmentation and phenotypic profiling. PhD thesis. Moscow; 2022. (In Russian).
9. Makrogiannis S., Zheng K., Harris C. Discriminative localized sparse approximations for mass characterization in mammograms. *Front Oncol*. 2021;11:725320. <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.725320>.
10. Li H., Chen D., Nailon W.H., Davies M.E., Laurenson D.I. Dual Convolutional Neural Networks for Breast Mass Segmentation and Diagnosis in Mammography. *IEEE Trans Med Imaging*. 2022;41(1):3–13. <https://doi.org/10.1109/TMI.2021.3102622>.
11. Kofler F., Ezhov I., Fidon L., Pirkel C.M., Paetzold J.C., Burian E., Pati S., Hussein El.M., Navarro F., Shit S., Kirschke J., Bakas S., Zimmer C., Wiestler B., Menze B.H. Robust, primitive, and unsupervised quality estimation for segmentation ensembles. *Front Neurosci*. 2021;15:752780. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.752780>.
12. Sawyer Lee R., Dunnmon J.A., He A., Tang S., Ré C., Rubin D.L. Comparison of segmentation-free and segmentation-dependent computer-aided diagnosis of breast masses on a public mammography dataset. *J Biomed Inform*. 2021;113:103656. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103656>.
13. Bechelli S. Computer-aided cancer diagnosis via machine learning and deep learning: a comparative review. *arXiv:2210.1194.2022*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.11943>.
14. Roy S., Kumar J.A., Lal S., Kini J. A study about color normalization methods for histopathology images. *Micron*. 2018;114:42–61. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2018.07.005>.
15. Hoque M.Z., Keskinarkaus A., Nyberg P., Seppänen T. Retinex model based stain normalization technique for whole slide image analysis. *Comput Med Imaging Graph*. 2021;90:101901. <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2021.101901>.
16. Sternin V.E., Dohov M.A., Tihomirova A.A., Levanchuk A.V. Methods of preprocessing digital photos of lymphocytes. *Visualization in Medicine*. 2023;5(3):16–20. (In Russian).
17. Xing F., Yang L. Robust Nucleus/Cell Detection and Segmentation in Digital Pathology and Microscopy Images: A Comprehensive Review. *IEEE Rev Biomed Eng*. 2016;9:234–263. <https://doi.org/10.1109/RBME.2016.2515127>.
18. Wienert S., Heim D., Saeger K., Stenzinger A., Beil M., Hufnagel P., Dietel M., Denkert C., Klauschen F. Detection and segmentation of cell nuclei in virtual microscopy images: a

REFERENCES

1. Lagree A., Mohebpour M., Meti N., Saednia K., Lu F.I., Slodkowska E., Gandhi S., Rakovitch E., Shenfield A., Sadeghi-Naini A., Tran W.T. A review and comparison of breast tumor cell nuclei segmentation performances using deep convolutional neural networks. *Sci Rep*. 2021;11(1):8025. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87496-1>.
2. Priya C.V.L., Biju V.G., Vinod B.R., Ramachandran S. Deep learning approaches for breast cancer detection in histopathology images: A review. *Cancer Biomark*. 2024;40(1):1–25. <https://doi.org/10.3233/CBM-230251>.
3. Dementyev N.A., Tihomirova A.A., Dohov M.A., Sternin V.E. Substantiation of approaches to computer recognition of histological structures. *Children's Medicine of the North-West*. 2021;9(1):125–126. (In Russian).
4. Levanchuk A., Dohov M., Tihomirova A., Sternin V. Modern approaches to determining parameters to exclude image artifacts in digital microphotographs. *Visualization in Medicine*. 2023;4(4):3–6. (In Russian).
5. Yan T., Chen G., Zhang H., Wang G., Yan Z., Li Y., Xu S., Zhou Q., Shi R., Tian Z., Wang B. Convolutional neural network with parallel convolution scale attention module and ResCBAM for breast histology image classification. *Heliyon*. 2024;10(10):e30889. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30889>.
6. Kowal M., Żejmo M., Skobel M., Korbicz J., Monczak R. Cell Nuclei Segmentation in Cytological Images Using

- minimum-model approach. *Sci Rep.* 2012;2:503. <https://doi.org/10.1038/srep00503>.
19. Hu H., Qiao S., Hao Y., Bai Y., Cheng R., Zhang W., Zhang G. Breast cancer histopathological images recognition based on two-stage nuclei segmentation strategy. *PLoS One.* 2022;17(4):e0266973. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266973>.
20. Veta M., Pluim J.P., van Diest P.J., Viergever M.A. Breast cancer histopathology image analysis: a review. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2014;61(5):1400–11. <https://doi.org/10.1109/TBME.2014.2303852>.
21. Zahoor S., Lali I.U., Khan M.A., Javed K., Mehmood W. Breast Cancer Detection and Classification using Traditional Computer Vision Techniques: A Comprehensive Review. *Curr Med Imaging.* 2020;16(10):1187–1200. <https://doi.org/10.2174/1573405616666200406110547>.
22. Paramanandam M., O'Byrne M., Ghosh B., Mammen J.J., Manipadam M.T., Thamburaj R., Pakrashi V. Automated Segmentation of Nuclei in Breast Cancer Histopathology Images. *PLoS One.* 2016;11(9):e0162053. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162053>.
23. Mouelhi A., Rmili H., Ali J.B., Sayadi M., Doghri R., Mrad K. Fast unsupervised nuclear segmentation and classification scheme for automatic allred cancer scoring in immunohistochemical breast tissue images. *Comput Methods Programs Biomed.* 2018;165:37–51. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2018.08.005>.



УДК [617.559-006.2+618.33-07]-053.13
<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.49.93.005>

Крестцово-копчиковая тератома у плода: возможности комплексного лучевого обследования

Арина Александровна Дерягина¹, Сабина Парвизовна Нарзиева¹,
Александр Владимирович Поздняков¹, Дамир Асиятович Малеков¹, Наталья Викторовна Марченко¹,
Елена Владимировна Синельникова¹, Ольга Федоровна Позднякова¹, Игорь Петрович Арешев¹,
Александр Владимирович Алхазишвили²

¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

² Клиническая больница святителя Луки, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Чугунная, д. 46, литер А, Российская Федерация

Контактная информация: Арина Александровна Дерягина — ординатор кафедры медицинской биофизики и физики.
E-mail: arinaderyagina@bk.ru; <https://orcid.org/0009-0006-6239-7084>; SPIN: 8718-3937

Для цитирования: Дерягина А.А., Нарзиева С.П., Поздняков А.В., Малеков Д.А., Марченко Н.В., Синельникова Е.В., Позднякова О.Ф., Арешев И.П., Алхазишвили А.В. Крестцово-копчиковая тератома у плода: возможности комплексного лучевого обследования. *Визуализация в медицине*. 2025;7(4):40–45. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.49.93.005>.

Поступила: 13.10.2025

Одобрена: 25.11.2025

Принята к печати: 29.12.2025

Резюме. В статье представлен клинический случай, иллюстрирующий значимость мультимодального диагностического подхода при ведении пациентки с крестцово-копчиковой тератомой плода. Крестцово-копчиковая тератома представляет собой врожденную опухоль, гистогенетически связанную с эмбриональными плюрипотентными клетками первичной полоски (гонадного валика) в крестцово-копчиковой области. Данная нозология признана наиболее частой у новорожденных, с отчетливой гендерной предрасположенностью — она диагностируется у девочек в 3–4 раза чаще, чем у мальчиков. Представленные клинические данные демонстрируют, что последовательное и интегрированное использование мультимодального протокола позволяет не просто констатировать факт наличия тератомы, а получить многоуровневую характеристику заболевания. Такой подход дает возможность сформировать целостное представление о макро- и микроструктуре опухоли, спрогнозировать потенциальные риски как для плода (развитие водянки, синдром «обкрадывания»), так и для течения родов (риск дистонии, разрыва опухоли), определить оптимальный способ и сроки родоразрешения, составить четкий и обоснованный план неонатального хирургического лечения. Внедрение стандартизированного мультимодального диагностического алгоритма, включающего поэтапное применение ультразвукового исследования, магнитно-резонансной томографии плода, в клинические протоколы ведения беременных с подозрением на крестцово-копчиковую тератому является необходимым. В результате достигается главная цель — значительное улучшение перинатальных исходов для этой сложной категории пациентов.

Ключевые слова: крестцово-копчиковая тератома у плода, магнитно-резонансная томография, мультиспиральная компьютерная томография, ультразвуковая диагностика

<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.49.93.005>

Sacrococcygeal teratoma in the fetus: possibilities of radiological examination

Arina A. Deryagina¹, Sabina P. Narzieva¹, Alexander V. Pozdnyakov¹, Damir A. Malekov¹,
Natalya V. Marchenko¹, Elena V. Sinelnikova¹, Olga F. Pozdnyakova¹, Igor P. Areshev¹,
Alexander V. Alkhazishvili²

¹ Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya str., Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

² St. Luke's Clinical Hospital, 46, liter A Chugunnaya str., Saint Petersburg, 194044, Russian Federation

Contact information: Arina A. Deryagina — Resident of the Department of Medical Biophysics and Physics.

E-mail: arinaderyagina@bk.ru; <https://orcid.org/0009-0006-6239-7084>; SPIN: 8718-3937

For citation: Deryagina A.A., Narzieva S.P., Pozdnyakov A.V., Malekov D.A., Marchenko N.V., Sinelnikova E.V., Pozdnyakova O.F., Areshev I.P., Alkhazishvili A.V. Sacrococcygeal teratoma in the fetus: possibilities of radiological examination. *Visualization in Medicine*. 2025;7(4):40–45. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.49.93.005>.

Received: 13.10.2025

Revised: 25.11.2025

Accepted: 29.12.2025

Abstract. The article presents a clinical case illustrating the importance of a multimodal diagnostic approach in the management of a patient with a sacrococcygeal teratoma of the fetus. Sacrococcygeal teratoma is a congenital tumor that is histogenetically associated with embryonic pluripotent cells of the primordial streak (gonadal crest) in the sacrococcygeal region. This nosology is recognized as the most common in newborns, with a pronounced gender predisposition — it is diagnosed 3–4 times more often in girls than in boys. The presented clinical data demonstrate that the consistent and comprehensive use of a multimodal protocol allows not only to state the fact of the presence of teratoma, but also to obtain a multi-level characteristic of the disease. This approach allows us to: form a holistic view of the macro- and microstructure of the tumor; predict potential risks for both the fetus (development of hydrops, “robbery” syndrome) and the course of childbirth (risk of dystocia, tumor rupture); determine the optimal method and timing of delivery; and develop a clear and reasonable plan for surgical treatment of newborns. The implementation of a standardized multimodal diagnostic algorithm, including step-by-step use of ultrasound and fetal magnetic resonance imaging, in clinical protocols for managing pregnant women with suspected sacrococcygeal teratoma is crucial. As a result, the main goal is achieved: a significant improvement in perinatal outcomes for this complex group of patients.

Keywords: sacrococcygeal teratoma in the fetus, magnetic resonance imaging, multispiral computed tomography, ultrasound diagnostics

ВВЕДЕНИЕ

Тератома — доброкачественная опухоль сложного строения, связанная с нарушением эмбрионального развития. Она исходит из пресакральной области плода или примитивного узла Хенсена либо из объединения каудальных клеток. Тератомы входят в группу герминогенных опухолей. Они развиваются из полипотентных клеток зародышевого эпителия гонад, что объясняет их сложное строение и наличие в них разнообразных тканей [1].

Крестцово-копчиковая тератома (ККТ) — редкая опухоль, встречающаяся у 1 из 35–40 тысяч новорожденных, однако она составляет пятую часть всех опухолей у младенцев (20–25%). Крестцово-копчиковая область является самой частой для тератом в целом. Патология значительно чаще диагностируется у девочек, чем у мальчиков, с соотношением 3:1 [2, 3]. В зависимости от локализации ККТ делятся на четыре группы согласно классификации Американской педиатрической академии [4]. Анатомо-морфологическая классификация Альтмана (1973) делит ККТ на следующие типы:

- I тип — наружное расположение опухоли (45–52%);
- II тип — наружное расположение с внутренним компонентом (33–35%);
- III тип — видимый наружный компонент, но преобладает внутреннее расположение (7–9%);
- IV тип — внутреннее (пресакральное) расположение (7–9%).

По гистологическому строению различают тератому зрелую, незрелую и со злокачественной трансформацией [5]:

- зрелая — 0 степень незрелости: опухоль содержит только зрелые клетки, как правило, из всех трех зародышевых тканей, мистическая активность отсутствует или минимальная;
 - незрелая — 1-я степень незрелости: опухоль содержит фетальные клетки, наиболее часто нейродермального происхождения, очаги незрелых клеток — не больше одного в поле зрения; 2-я степень незрелости: от одного до трех очагов в поле зрения; 3-я степень незрелости: ткань опухоли представлена только незрелыми клетками;
 - злокачественная — содержит злокачественные клетки, как правило, герминогенного происхождения (например, желточного мешка и др.).
- Классификация по клиническим стадиям [6]*
- I стадия — возможна радикальная резекция опухоли, кокцигэктомия по сакрококцидеальной границе, наблюдается нормализация маркеров (альфа-фетопротеин, АФП) после операции;

- II стадия — микроскопические остаточные фрагменты опухоли после операции, отсутствие метастазов в лимфатических узлах, позитивные или негативные опухолевые маркеры;
- III стадия — прогрессирующий резидуальный рост, метастазы в лимфатических узлах отсутствуют или присутствуют;
- IV стадия — отдаленные метастазы.

Точные причины формирования ККТ остаются предметом научных дискуссий. Специалисты сходятся во мнении, что развитие опухоли является результатом взаимодействия нескольких факторов. В числе ведущих рассматриваются наследственная предрасположенность и инфекционные заболевания, перенесенные матерью в гестационном периоде. В пользу генетической составляющей свидетельствуют описанные случаи заболевания у близких родственников, включая монозиготных близнецов. Кроме того, патология нередко ассоциирована с пороками развития скелета, а также мочевыводящей, пищеварительной, сердечно-сосудистой и центральной нервной систем [7].

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациентка Н., 33 года, пятая беременность (первая беременность — срочные роды, мальчик, вес 3700 г, здоров; вторая беременность — срочные роды, мальчик, вес 4200 г, гемолитическая болезнь плода, фототерапия; третья и четвертая беременности — медицинский аборт, без осложнений). При 1-м и 2-м ультразвуковых скринингах патологий не выявлено. При 3-м ультразвуковом скрининге обнаружено появление солидно-кистозного образования крестцового отдела позвоночника и промежности. При ультразвуковом контроле с доплерографией при медико-генетической консультации подтверждена тератома промежности. Многоводие. Нарушение плодового кровотока. Размеры плода соответствуют 35-й неделе 1 дня беременности. При осмотре в области копчикового отдела визуализируется овоидное образование размерами 158×123×138 мм (рис. 1).

Пациентке выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ). Исследование проведено частично (только аксиальная и коронарная последовательности) из-за плохого самочувствия пациентки. На серии МРТ плода определяется один плод в тазовом предлежании. У плода на уровне дистальных отделов копчика в ягодичной области определяется патологическое объемное образование неправильной формы, с четкими неровными контурами, общими размерами 147×132×148 мм (В×Ш×Пз), неоднородного содержимого, с чере-

дующимися солидными, кистозными участками и участками жирового МР-сигнала (рис. 2). Определяется внутренний компонент образования размерами 67×54×61 мм, создается впечатление о его внутритазовом распространении. Убедительно связи патологического образования с дуральным мешком не прослеживается. Плацента расположена по задней и правой боковой стенке. Других патологий плода на данном сроке исследования не выявлено.

После рождения для предоперационной оценки и выявления источников кровоснабжения образования ребенку проведена мультиспиральная компьютерная томография малого таза с захватом образования, исследование выполнено по стандартной методике с использованием низкодозных протоколов (в том числе с введением контрастного препарата),



Рис. 1. Ультразвуковой скрининг. Овоидное образование (Синельникова Е.В., 2024)

Fig. 1. Ultrasound screening. Ovoid formation (Sinelnikova E.V., 2024)

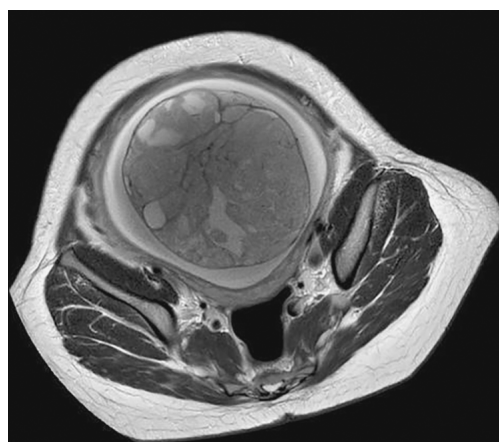


Рис. 2. Магнитно-резонансная томография плода на уровне патологического объемного образования в аксиальной проекции, T2-режим (Малеков Д.А., 2024)

Fig. 2. Magnetic resonance imaging of the fetus at the level of the pathological space-occupying lesion in the axial projection, T2-mode (Malekov D.A., 2024)

с последующим построением многоплоскостных реформаций. В крестцово-копчиковой области визуализируется патологическое объемное образование с четкими контурами, окруженное капсулой. Образование представлено внутритазовым и внетазовым компонентом, имеет неоднородную кистозно-солидную структуру (рис. 3). Убедительно связи образования с органами малого таза не определяется. Размеры образования 183×180×143 мм (В×Пз×Ш), внутритазовый компонент 24×27×33 мм. Отмечается интенсивное неоднородное накопление контрастного препарата солидным компонентом до 45 НУ. На этом фоне в артериальную и венозную фазы визуализируются множественные извитые сосуды диаметром до 5 мм, кровоснабжение образования осуществляется из *arteria sacralis media*, расширенной вначале на протяжении от 11 до 3 мм, а также из множественных веток от подвздошных артерий, преимущественно левой (рис. 4). Достоверно участков экстравазации не выявлено.

Состояние после хирургического лечения — удаления крестцово-копчиковой тератомы. При МРТ малого таза исследование выполнено по стандартной программе, получены T1-ВИ, T2-ВИ, импульсные последовательности с подавлением сигнала от жира, DWI, T1-ВИ+С в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. В подкожно-жировой клетчатке крестцово-копчиковой, ягодичной (преимущественно правой) областей определяются выраженные фиброзно-рубцовые изменения, распространяющиеся на область промежности (рис. 5, 6). Анальный канал минимально смещен вправо, стенки влагища и уретры не деформированы.



Рис. 3. Мультипланарная реконструкция компьютерной томографии малого таза в сагиттальной плоскости (Малеков Д.А., 2024)

Fig. 3. Multiplanar reconstruction of computed tomography of the pelvis in the sagittal plane (Malekov D.A., 2024)

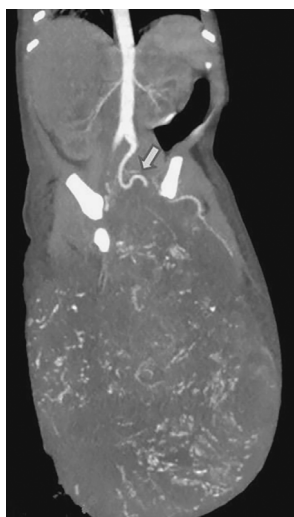


Рис. 4. Мультипланарная реконструкция компьютерной томографии малого таза в коронарной плоскости. Стрелкой отмечена *arteria sacralis media* (Малеков Д.А., 2024)

Fig. 4. Multiplanar reconstruction of computed tomography of the pelvis in the coronal plane. The *arteria sacralis media* is marked with an arrow (Malekov D.A., 2024)



Рис. 5. Магнитно-резонансная томография после удаления крестцово-копчиковой тератомы в сагиттальной проекции, T2-режим. МР-признаки рубцово-фиброзных изменений (Малеков Д.А., 2024)

Fig. 5. Magnetic resonance imaging after removal of sacrococcygeal teratoma in the sagittal projection, T2-mode. MR signs of cicatricial-fibrous changes (Malekov D.A., 2024)

На фоне рубцовой ткани участков повышенной целлюлярности на диффузно-взвешенном изображении и карте измеряемого коэффициента диффузии не выявлено. В жировой клетчатке правой ягодичной области на уровне рубцовых изменений видно локальное скопление жидкости размером 8×6 мм, клетчатка в правой ягодичной области и ретросакральной области отека. При внутривенном контрастировании отмечается диффузное

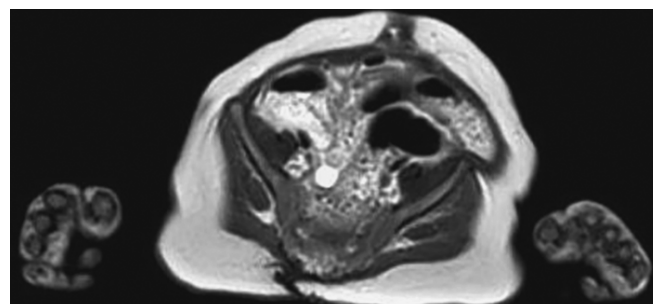


Рис. 6. Магнитно-резонансная томография после удаления крестцово-копчиковой тератомы в аксиальной проекции, T2-режим. МР-признаки рубцово-фиброзных изменений (Малеков Д.А., 2024)

Fig. 6. Magnetic resonance imaging after removal of sacrococcygeal teratoma in axial projection, T2-mode. MR signs of cicatricial-fibrous changes (Malekov D.A., 2024)

накопление контрастного вещества в ягодичной области. На этом фоне объемных образований, внутритазовых образований не определяется.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ключом к точной диагностике и обоснованию взвешенных клинических решений является не следование жесткому протоколу, а рациональная комбинация методов визуализации. Такой мультимодальный подход предполагает последовательное и целенаправленное их применение, когда каждый очередной метод отвечает на конкретные вопросы, оставшиеся после предыдущего. Это формирует целостную многоуровневую картину заболевания, учитывающую анатомические, функциональные и прогностические аспекты. Наилучший результат для точной диагностики и обоснования клинических решений обеспечивает только рациональное комплексное применение методов визуализации, которые позволяют врачебному консилиуму разработать оптимальную тактику: от выбора способа и срока родоразрешения до планирования первого этапа хирургической коррекции у новорожденных, максимально повышая шансы на благоприятный исход.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from legal representatives of the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельчук В.Ю. Внеорганные забрюшинные опухоли. В кн.: Энциклопедия клинической онкологии. М.И. Давыдов, ред. М.: РЛС; 2004. С. 238–240.
2. Крестцово-копчиковая тератома. В кн.: Врожденные пороки развития: пренатальная диагностика и тактика. Б.М. Петриковский, И.В. Медведева, Е.В. Юдина, ред. М.: РАУЗДПГ; 1999. С. 182–184.
3. Ромеро Р., Пилу Д., Дженти Ф. и др. Пренатальная диагностика врожденных пороков развития плода. Пер. с англ. М.В. Медведева. М.: Медицина; 1994.
4. Altman R.P., Randolph J.G., Lilly J.R. Sacrococcygeal teratoma: American academy of pediatrics surgical section survey 1973. *J Paediatr Surg.* 1974;9(3):389–398.

5. Дурнов Л.А., Бухны А.Ф., Лебедев В.И. Опухоли забрюшинного пространства и брюшной полости у детей. М.: Медицина; 1972.
6. Гераськин А.В., Дронов А.Ф., Смирнов А.Н. Детская колопроктология. М.: Контэнт; 2012. С. 582–590.
7. Paradies G., Zullino F., Orofino A., Leggio S. Unusual presentation of sacrococcygeal teratomas and associated malformations in children: clinical experience and review of the literature. *Ann Ital Chir.* 2013;84(3):333–346.

REFERENCES

1. Selchuk V.Yu. Extraorganratroperitoneal tumors. In: *Encyclopaedia of clinical oncology*. M.I. Davydov, ed. Moscow: RLS; 2004. P. 238–240. (In Russian).
2. Sacrococcygeal teratoma. In: *Congenital Malformation: Prenatal Diagnostics and tactics*. B.M. Petrikovskiy, I.V. Medvedeva, E.V. Yudina, eds. Moscow: RAVUZDPG; 1999. P. 182–184. (In Russian).
3. Romero R., Pilu D., Dzhenti F. et al. Prenatal Diagnosis of Congenital Malformations of the Fetus. Translated from English by M.V. Medvedev. Moscow: Meditsina; 1994. (In Russian).
4. Altman R.P., Randolph J.G., Lilly J.R. Sacrococcygeal teratoma: American academy of pediatrics surgical section survey 1973. *J Paediatr Surg.* 1974;9(3):389–398.
5. Durnov L.A., Bukhny A.F., Lebedev V.I. Tumors of the retroperitoneal space and the abdominal cavity in children. Moscow: Meditsina; 1972. (In Russian).
6. Geraskin A.V., Dronov A.F., Smirnov A.N. The Children's Coloproctology. Moscow: Kontent; 2012. P. 582–590.
7. Paradies G., Zullino F., Orofino A., Leggio S. Unusual presentation of sacrococcygeal teratomas and associated malformations in children: clinical experience and review of the literature. *Ann Ital Chir.* 2013;84(3):333–346.

УДК 616-006.326+616.832-004.2-06+616.61-036.12-053.2
<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.32.54.006>

Ультразвуковые особенности ангиомиолипом при туберозном склерозе у детей

Эмилия Наумовна Столова, Елена Владимировна Синельникова,
Наталья Викторовна Марченко, Иван Александрович Баулин, Екатерина Михайловна Грызунова,
Наталья Владимировна Крашенинникова, Ульяна Анатольевна Струпенева,
Анастасия Вячеславовна Сеницына

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, г. Санкт-Петербург,
ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

Контактная информация: Эмилия Наумовна Столова — к.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации ФП и ДПО. E-mail: emilinast@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-0590-9906>; SPIN: 2779-4372

Для цитирования: Столова Э.Н., Синельникова Е.В., Марченко Н.В., Баулин И.А., Грызунова Е.М., Крашенинникова Н.В., Струпенева У.А., Сеницына А.В. Ультразвуковые особенности ангиомиолипом при туберозном склерозе у детей. *Визуализация в медицине*. 2025;7(4):46–54. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.32.54.006>.

Поступила: 30.09.2025

Одобрена: 28.11.2025

Принята к печати: 29.12.2025

Резюме. В статье описываются ультразвуковые особенности ангиомиолипом почек у детей. Ангиомиолипомы почек, являясь доброкачественными новообразованиями, могут обнаруживаться как изолированно, так и в составе генетически детерминированной патологии, такой как туберозный склероз. Иногда ангиомиолипомы могут быть изоэхогенными и не визуализироваться при ультразвуковом исследовании, что связано с малым количеством жировой клетчатки в опухоли. При туберозном склерозе в почках могут обнаруживаться не только ангиомиолипомы, но и кистозные изменения. В отдельных случаях кисты являются единственным почечным проявлением туберозного склероза, затрудняя диагностику. В настоящее время диагноз туберозного склероза ставится на основании совокупности клинических критериев диагностики. Осложнениями быстро растущих ангиомиолипом могут быть кровотечения, хроническая болезнь почек вплоть до терминальной стадии. В статье приводятся случаи визуализации изолированных ангиомиолипом и ангиомиолипом при туберозном склерозе, описываются различия между ними. Почечные проявления туберозного склероза представлены еще недостаточно широко, поэтому динамическое ультразвуковое наблюдение может играть значительную роль в накоплении знаний по данному вопросу, оценить влияние таргетной терапии на торможение роста ангиомиолипом и частоту осложнений.

Ключевые слова: ангиомиолипома почек, кисты почек, туберозный склероз, осложнение ангиомиолипом, хроническая болезнь почек

<https://doi.org/10.56871/ViM.2026.32.54.006>

Ultrasound features of angiomyolipomas in tuberous sclerosis in children

Emilia N. Stolova, Elena V. Sinelnikova, Natalya V. Marchenko, Ivan A. Baulin, Ekaterina M. Gryzunova, Natalya V. Krashenninnikova, Ulyana A. Strupeneva, Anastasiya V. Sinitsyna

Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 194100, Saint Petersburg, 2 Litovskaya str., Russian Federation

Contact information: Emilia N. Stolova — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Biomedical Imaging of the Faculty of Surgery and Advanced Medical Education. E-mail: emilinast@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-0590-9906>; SPIN: 2779-4372

For citation: Stolova E.N., Sinelnikova E.V., Marchenko N.V., Baulin I.A., Gryzunova E.M., Krashenninnikova N.V., Strupeneva U.A., Sinitsyna A.V. Ultrasound features of angiomyolipomas in tuberous sclerosis in children. *Visualization in Medicine*. 2025;7(4):46–54. <https://doi.org/10.56871/ViM.2026.32.54.006>.

Received: 30.09.2025

Revised: 28.11.2025

Accepted: 29.12.2025

Abstract. This article describes the ultrasound features of kidney angiomyolipomas in children. Kidney angiomyolipomas, being benign neoplasms, can be detected both in isolation and as part of a genetically determined pathology, such as tuberous sclerosis. Sometimes angiomyolipomas can be isoechoic and not be visualized by ultrasound, which is due to the small amount of fatty tissue in the tumor. With tuberous sclerosis, not only angiomyolipomas can be detected in the kidneys, but also cystic changes. Sometimes cysts are the only renal manifestation of tuberous sclerosis, making diagnosis difficult. Currently, the diagnosis of tuberous sclerosis is based on a set of clinical diagnostic criteria. Complications of rapidly growing angiomyolipomas can include bleeding, chronic kidney disease up to the terminal stage. The article describes cases of visualization of isolated angiomyolipomas and cases of visualization of angiomyolipomas in tuberous sclerosis, describes the differences between them. Renal manifestations of tuberous sclerosis are not yet widely represented, so dynamic ultrasound monitoring can play a significant role in accumulating knowledge on this issue, assessing the effect of targeted therapy on angiomyolipomas growth inhibition and the incidence of complications.

Keywords: angiomyolipomas of the kidneys, kidney cysts, tuberous sclerosis, complication of angiomyolipoma, chronic kidney disease

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на многочисленные описания ангиомиолипом, они могут быть не только изолированными, но и входить в структуру тяжелого орфанного заболевания — туберозного склероза. Принято также считать, что ангиомиолипомы имеют доброкачественный характер, но они могут приводить к смертельно опасным осложнениям, таким как кровотечение или тяжелая почечная недостаточность [1]. И поэтому необходимо обратить внимание на сонографические признаки, помогающие проведению дифференциальной диагностики и контроля за возможными осложнениями.

Ангиомиолипомы являются производными из мезенхимальной ткани и содержат гладкомышечные клетки, жировую ткань и диспластичные сосуды, которые предрасполагают к образованию аневризм и их разрыву [2]. Впервые ангиомиолипомы были описаны W. Fischer в 1902 году. Несмотря на то что опухоли считаются доброкачественными, они могут распространяться на окружающую околопочечную клетчатку или почечный синус, а также на близлежащие органы и лимфатические узлы, почечную вену, нижнюю полую вену [3].

ЭТИОЛОГИЯ

Почечные ангиомиолипомы — это редкие опухоли почек, на долю которых приходится всего от 0,3 до 3% всех новообразований почек. Ангиомиолипомы почек в основном возникают как изолированные спорадические случаи (80–90%), но также могут быть связаны с определенными наследственными заболеваниями (10–20%), такими как туберозный склероз и лимфангиолейомиоматоз легких [2, 4, 5]. Спорадические случаи связывают со спонтанными генетическими мутациями [6]. Наследственные ангиомиолипомы, ассоциированные с комплексом туберозного склероза или лимфангиолейомиоматозом легких, являются результатом генетической мутации в генах *TSC1* или *TSC2* [7].

В литературе описан редкий подтип ангиомиолипом почек — ангиомиолипома с эпителиальными кистами. Это доброкачественное заболевание, но при визуализации оно обычно маскируется под почечно-клеточную карциному [8].

Туберозный склероз

Это редкое наследственное аутосомно-доминантное генетическое заболевание, характеризующееся развитием доброкачественных опухолей в различных частях тела, обычно поражающих го-

ловный мозг, глаза, сердце, легкие и почки [9]. Общая частота встречаемости туберозного склероза составляет примерно 1 случай на 10 000 человек.

Туберозный склероз вызван мутациями в генах *TSC1* (локализован на хромосоме 9 в районе 9q34) или *TSC2* (локализован на хромосоме 16 в районе 16p13). Возможна связь с генами, определяющими развитие аутосомно-доминантной поликистозной болезни почек, поскольку гены *PKD1* и *TSC2* тесно расположены на хромосоме 16 (находятся на расстоянии 48 пар оснований друг от друга). Если мутация затрагивает оба гена, формируется сочетание клинической картины туберозного склероза и аутосомно-доминантного поликистоза почек [10]. Мутации в генах *TSC* в двух третях являются мутациями *de novo*, в одной трети — аутосомно-доминантный тип наследования.

В норме гены *TSC1* или *TSC2* работают как супрессоры опухолевого роста, кодируют белки гаммартин и туберин, которые подавляют избыточную клеточную пролиферацию. Генная мутация исключает синтез данных белков, избыточная клеточная пролиферация не регулируется, в результате формируются опухоли (гамартомы) [10].

Несмотря на то что туберозный склероз развивается при патологии двух генов *TSC*, выявлено более 4500 патогенных вариантов в гене *TSC1* и более 13 000 случаев в гене *TSC2*, что приводит к сложной молекулярной диагностике и разнообразным органам проявлениям [11]. Рабдомиомы сердца и гипомеланотические пятна наблюдаются уже в периоде новорожденности более чем у половины детей с туберозным склерозом, в то время как поражения почек обнаруживаются позже [12].

Исследование F. Limavadi [13] показало, что средний возраст постановки диагноза TSC составил 8 месяцев, поражения почек были выявлены в 78% случаев, в том числе кисты — в 53%, ангиомиолипомы — в 61%, сочетание кист с ангиомиолипомами — в 45%. Но у детей до пяти лет кисты встречались в 40% случаев, ангиомиолипомы — в 25%. У детей до двух лет изменения в почках авторы не встречали.

Увеличение размеров ангиомиолипом за год происходило примерно на 1,0 мм в возрасте 5–9 лет, 2,3 мм — с 9 до 14 лет, после 15 лет темп увеличился и составил 2,8 мм в год [13].

У трети взрослых пациентов при туберозном склерозе наблюдались ангиомиолипомы крупнее 3 см, чаще развивались множественные двусторонние поражения, и размеры образований со временем увеличивались с разной скоростью [7, 14, 15].

Таблица 1

Клинические критерии диагностики tuberозного склероза (2012) [16]

Table 1

Clinical criteria for the diagnosis of tuberous sclerosis (2012) [16]

Основные критерии / Main criteria	Второстепенные критерии / Minor criteria
1. Гипопигментные пятна (≥ 3 , диаметром ≥ 5 мм) / Hypomelanotic macules (≥ 3 , diameter ≥ 5 mm)	1. Пятна на коже в виде «конфетти» / “Confetti” skin lesions
2. Ангиофибромы (≥ 3) или фиброзная бляшка на голове / Angiofibromas (≥ 3) or fibrous cephalic plaque	2. Ямки на зубной эмали (>3) / Dental enamel pits (>3)
3. Фибромы ногтевого ложа (≥ 2) / Ungual fibromas (≥ 2)	3. Внутриротовые фибромы (≥ 2) / Intraoral fibromas (≥ 2)
4. Участки «шагреновой кожи» / Shagreen patch	4. Депигментированные пятна сетчатки / Depigmented retinal spots
5. Множественные гамартомы сетчатки / Multiple retinal hamartomas	5. Множественные кисты почек / Multiple renal cysts
6. Кортикальная дисплазия (туберы) / Cortical dysplasias (tubers)	6. Внепочечные гамартомы / Nonrenal hamartomas
7. Субэпендимальные узелки / Subependymal nodules	
8. Субэпендимальная гигантоклеточная астроцитома / Subependymal giant cell astrocytoma	
9. Рабдомиома сердца / Cardiac rhabdomyoma	
10. Лимфангиолейомиоматоз легких / Pulmonary lymphangiomyomatosis	
11. Ангиомиолипомы почек (≥ 2) / Angiomyolipomas (≥ 2)	

Ангиомиолипомы у пациентов без tuberозного склероза характеризовались практически постоянными размерами при наблюдении в течение пяти лет [2].

Диагностика

Учитывая многоликость tuberозного склероза, в 1998 году сформулированы диагностические критерии заболевания, пересмотренные в 2012 году на второй Международной конференции по консенсусу в отношении tuberозного склероза (табл. 1) [16]. Согласно новому генетическому критерию, идентификации патогенной мутации в *TSC1* или *TSC2* достаточно для установления окончательного диагноза. Если генетическое исследование не проводилось, диагноз ставят на основании двух основных критериев или одного основного и двух второстепенных критериев.

При ультразвуковом исследовании (УЗИ) классические ангиомиолипомы с достаточным количеством жировой клетчатки выглядят как гиперэхогенные образования с возможным дистальным акустическим ослаблением сигнала [17]. При небольшом количестве жировой ткани образования будут иметь смешанную эхогенность. При изоэхогенном характере ангиомиолипом визуализация может быть затруднена, что обусловлено незначительным содержанием липидов в АМЛ (ангио-

миолипоме). Примерно 5% АМЛ имеют низкое содержание жировой ткани в своей структуре [18, 19], поэтому УЗИ может не выявить даже крупные ангиомиолипомы с низким содержанием липидов [13]. Общая диагностическая точность УЗИ при первичной диагностике ангиомиолипом составляет приблизительно 78% [20, 21].

УЗИ оказывается особенно ценным для обследования пациентов в динамике, учитывая его экономическую эффективность и отсутствие ионизирующего излучения.

Наличие таких признаков, как рост опухоли более 2,5 мм в год, появление неоднородных участков в ее структуре (как анэхогенных, так и гиперэхогенных), возникающих в результате некроза, кровотечения, зон отложения кальция, внутриопухолевых сосудистых аневризм более 5 мм, требует проведения компьютерной томографии и/или магнитно-резонансной томографии (МРТ) для дифференциальной диагностики с почечно-клеточной карциномой, онкоцитомой, забрюшинной лимфосаркомой, метастазами в почку, опухолью Вильмса [22, 23].

Осложнения

Серьезным осложнением является высокая вероятность кровотечений и хроническая болезнь почек вплоть до терминальной стадии.

Кровотечениям подвержены ангиомиолипомы более 4 см. Риск кровотечений увеличивается также в период беременности [9, 14, 23]. До применения ингибиторов mTORC1 риск кровотечения составлял от 25 до 50%. В настоящее время риск кровотечения уменьшается, если пациент продолжает принимать ингибиторы мишени рифампицина у млекопитающих (mTOR — эверолимус) [24].

СОБСТВЕННЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Клиническое наблюдение 1

Пациентка Д., 16 лет. Жалоб не предъявляла. Во время диспансеризации выявлено эхогенное образование в почке. Госпитализирована в отделение нефрологии для обследования. Нарушения функции почек не выявлено. При УЗИ выявлено образование в паренхиме (рис. 1).

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) подтвердила доброкачественное образование почки (ангиомиолипому).



Рис. 1. Ультразвуковое исследование. Гиперэхогенное округлое образование в паренхиме, аваскулярное, размером 4 мм (стрелка)

Fig. 1. Ultrasound. Hyperechoic rounded formation in the parenchyma, avascular, 4 mm in size (arrow)

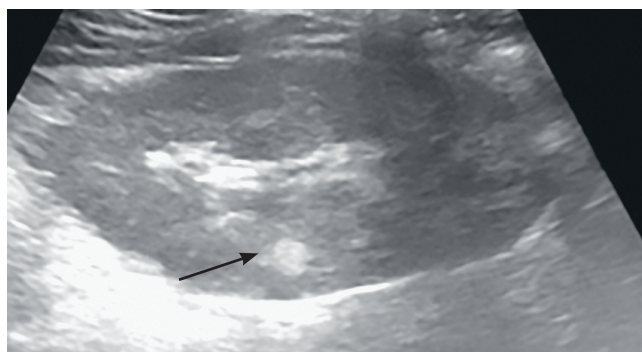


Рис. 2. Ангиомиолипома по передней поверхности почки (стрелка)

Fig. 2. Angiomyolipoma on the anterior surface of the kidney (arrow)

Клиническое наблюдение 2

Пациентка А., 9 лет. Находилась на обследовании в связи с сахарным диабетом 1-го типа. Нарушения функции почек не выявлено. По передней поверхности правой почки было обнаружено округлое гиперэхогенное аваскулярное образование с четкими ровными контурами размером 0,5×0,44 см (рис. 2).

Клиническое наблюдение 3

Пациентка М., 15 лет. Страдает фокальной эпилепсией с 1 года. МРТ головного мозга — кавернозная ангиома правой лобной доли. В семилетнем возрасте выявлены кисты и ангиомиолипомы в обеих почках. Гигрома I пальца левой кисти. Врожденный пигментный невус спины. Протрузия митрального клапана I степени. На основании критериев диагностики поставлен диагноз «туберозный склероз».

Определена генетическая мутация: в гене *TSC2* выявлена замена p.Lys351Arg в гетерозиготном состоянии у пробанда и ее отца.

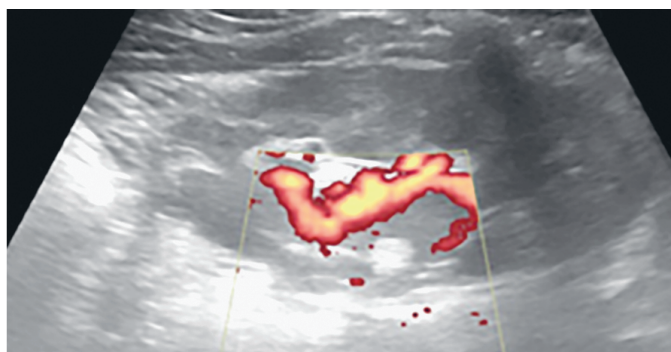
При УЗИ в структуре паренхимы и синуса диффузно визуализируются множественные, не поддающиеся подсчету гиперэхогенные образования, неправильно-округлой формы, аваскулярные, размеры варьируют от 0,22 до 2,1 см, образование максимальных размеров 2,7×2,0 расположено ближе к верхнему полюсу (рис. 3). Визуализация кист затруднена, что может быть связано с гетерогенной эхогенностью изображения.

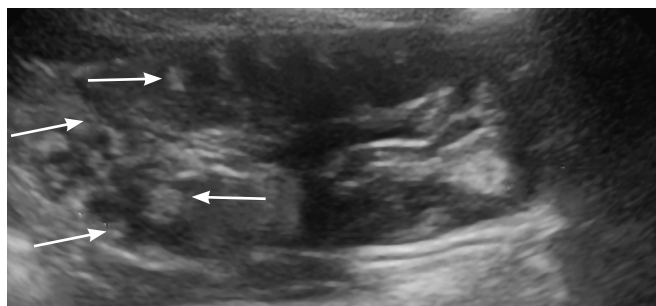
На МСКТ визуализируются ангиомиолипомы и кисты (рис. 4).

Клиническое наблюдение 4

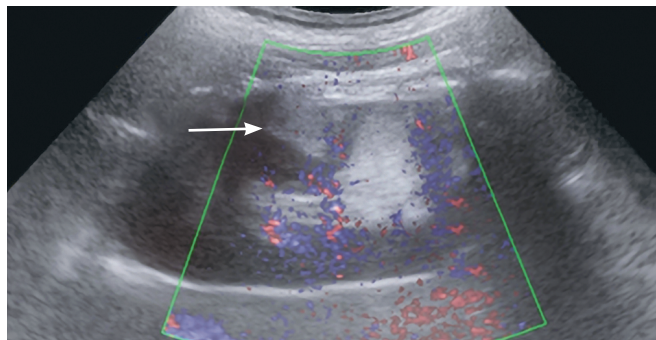
Пациент Т., 13 лет. Диагноз «туберозный склероз» установлен в возрасте трех месяцев. Выявлены также:

- структурная фокальная эпилепсия;
- гигантоклеточная астроцитома головного мозга (оперативное лечение в возрасте 6 лет);





a/a



b/c

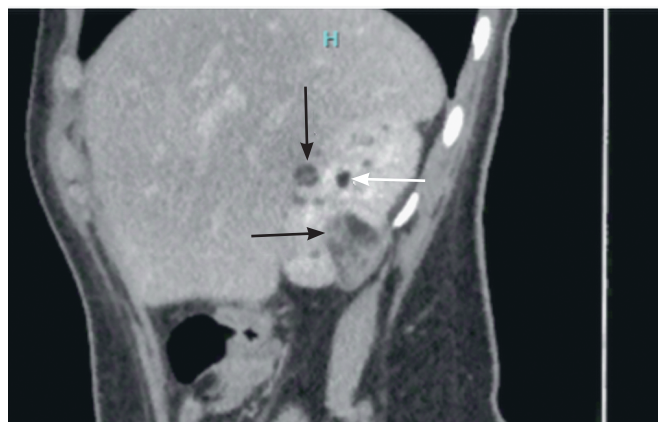
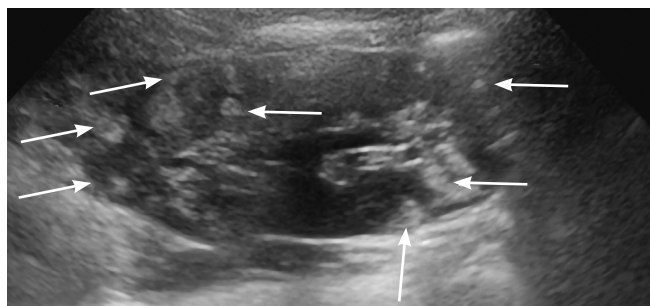


Рис. 4. На компьютерной томографии видны кисты (белые стрелки) и ангиомиолипомы (черные стрелки)
 Fig 4. Computed tomography scan show cysts (white arrows) and angiomyolipomas (black arrows)



b/b

Рис. 3. Ангиомиолипомы разных размеров (a–b) (стрелки)
 Fig. 3. Angiomyolipomas of different sizes (a–c) (arrows)

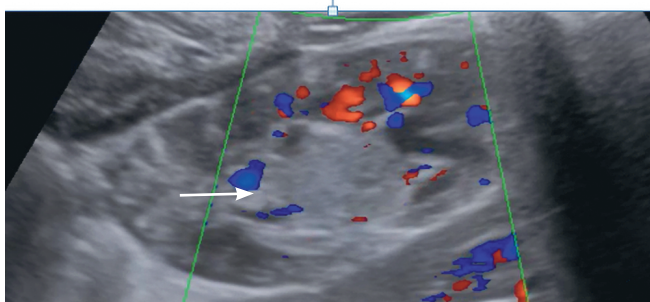
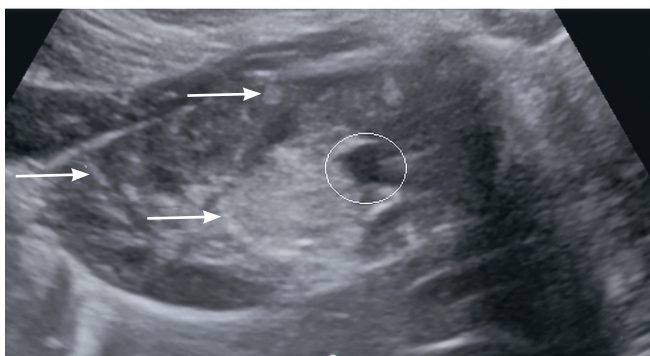
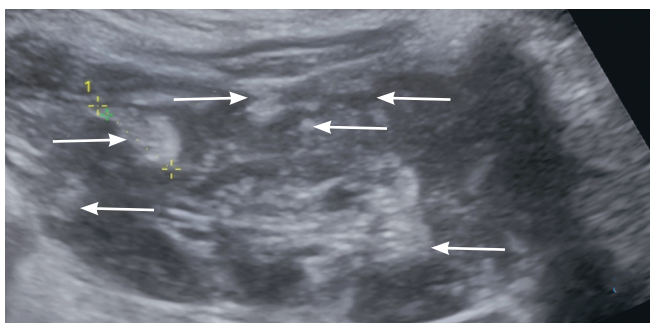


Рис. 5. Ультразвуковое исследование. Ангиомиолипомы разных размеров (стрелки). Расширение лоханки из-за крупной ангиомиолипомы, нарушающей уродинамику (в круге)
 Fig. 5. Ultrasound. Angiomyolipomas of different sizes (arrows). Enlargement of the pelvis due to large angiomyolipoma, which violates the urodynamics

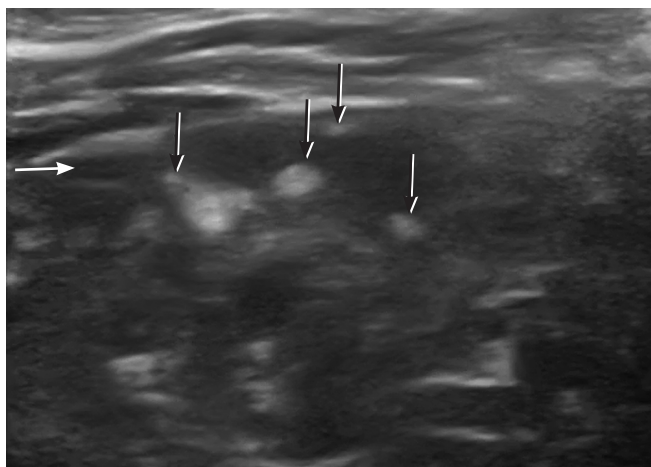


Рис. 6. На сонограмме киста визуализируется нечетливо (белая стрелка) среди ангиомиолипом (черная стрелка)

Fig 6. On the sonogram the cyst is not clearly visualized (white arrow) among the angiolipomas (black arrow)

- гамартома сетчатки, субатрофия глазного яблока;
- рецидивирующие отслойки сетчатки;
- задержка психоречевого развития;
- снижение когнитивных функций;
- множественные ангиомиолипомы почек.

Установлена генетическая мутация *TSC2 de novo*. На сонограммах (рис. 5, 6) отмечается нарушение кортикомедуллярной дифференцировки, неоднородная эхогенность паренхимы, гиперэхогенные участки ангиомиолипом (белые стрелки) и участки пониженной эхогенности, которые могут соответствовать нечетливо визуализируемым кистам. Объем почек увеличен (из-за кист и опухолей). Ангиомиолипомы имеют размер от 0,2 до 2,9 см. Образования больших размеров, расположенные в почечном синусе, вызывают умеренное нарушение уродинамики с расширением полостных систем.

Пациент получал специфическую терапию эверолимусом (Афинитор). Во время самостоятельной отмены препарата отмечено увеличение размеров ангиомиолипом (одно из образований увеличилось от 0,8×0,6 см до 2,2×2,0 см за 10 месяцев).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Туберозный склероз, имея множественные клинические маски, со стороны почек проявляется ангиомиолипомами, кистами, почечно-клеточной карциномой. При недостаточно выраженном липидном компоненте эхогенность опухоли может снижаться, быть изоэхогенной ткани почки и практически не визуализироваться при УЗИ.

В настоящее время происходит накопление статистических данных об эпидемиологии почечных проявлений туберозного склероза, особенно в детском возрасте, об эффективности таргетной терапии, уменьшении частоты проявления осложнений при ее применении. Ультразвуковое исследование, являясь безопасным методом, позволяет проводить динамическое наблюдение у пациентов любого возраста.

Увеличение объема знаний о туберозном склерозе позволяет освещать новые стороны проблемы, ставить новые задачи и разрабатывать новые подходы к их решению.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Столова Э.Н. — разработка концепции, анализ научной литературы, сбор данных, интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста; Синельникова Е.В. — разработка концепции, редактирование текста, утверждение окончательного варианта; Марченко Н.В. — разработка концепции, редактирование текста, утверждение окончательного варианта; Баулин И.А. — редактирование текста, утверждение окончательного варианта; Грызунова Е.М. — редактирование текста, утверждение окончательного варианта; Крашенинникова Н.В. — редактирование текста, утверждение окончательного варианта; Струпенева У.А. — редактирование текста, утверждение окончательного варианта; Синицына А.В. — редактирование текста, утверждение окончательного варианта. Все авторы прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. Stolova E.N. — concept development, scientific literature analysis, data interpretation, text preparation and editing; Sinelnikova E.V. — concept development, text editing, approval of the final version; Marchenko N.V. — concept development, text editing, approval of the final version; Baulin I.A. — text editing, approval of the final version.

sion; Gryzunova E.M. — text editing, approval of the final version; Krashenninnikova N.V. — text editing, approval of the final version; Strupeneva U.A. — text editing, approval of the final version; Sinitsyna A.V. — text editing, approval of the final version. All authors read and approved the final version before publication.

Conflict of interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the legal representatives of the patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Khaddam S., Gulati S. Spectrum of presentations and management strategies in renal angiomyolipoma. *J Kidney Cancer VHL*. 2022;9(1):42–47. <https://doi.org/10.15586/jkcvhl.v9i1.221>.
2. Bhatt J.R., Richard P.O., Kim N.S., Finelli A., Manickavachagam K., Legere L., Evans A., Pei Y., Sykes J., Jhaveri K., Jewett M.A.S. Natural history of renal Angiomyolipoma (AML): Most patients with large AMLs >4 cm can be offered active surveillance as an initial management strategy. *Eur Urol*. 2016;70(1):85–90. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.01.048>.
3. Jinzaki M., Silverman S.G., Akita H., Nagashima Y., Mikami S., Oya M. Renal angiomyolipoma: a radiological classification and update on recent developments in diagnosis and management. *Abdom Imaging*. 2014;39(3):588–604. <https://doi.org/10.1007/s00261-014-0083-3>.
4. Lane B.R., Aydin H., Danforth T.L., Zhou M., Remer E.M., Novick A.C., Campbell S.C. Clinical correlates of renal angiomyolipoma subtypes in 209 patients: classic, fat poor, tuberous sclerosis associated and epithelioid. *J Urol*. 2008;180(3):836–843. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2008.05.041>.
5. Столова Э.Н., Синельникова Е.В., Крашенинникова Н.В., Варламова Н.Н., Синицына А.В. Возможности ультразвукового исследования в дифференциальной диагностике объемных образований почек. Визуализация в медицине. 2022;4(3):3–12. Stolova E.N., Sinelnikova E.V., Krashenninnikova N.V., Varlamova N.N., Sinitsyna A.V. Possibilities of ultrasound in differential diagnosis of renal mass. *Visualization in Medicine*. 2022;4(3):3–12. (In Russian).
6. Jinzaki M., Silverman S.G., Akita H., Nagashima Y., Mikami S., Oya M. Renal angiomyolipoma: a radiological classification and update on recent developments in diagnosis and management. *Abdom Imaging*. 2014;39(3):588–604. <https://doi.org/10.1007/s00261-014-0083-3>.
7. Seyam R.M., Alkhudair W.K., Kattan S.A., Alotaibi M.F., Alzahrani H.M., Altaweel W.M. The risks of renal angiomyolipoma: reviewing the evidence. *J Kidney Cancer VHL*. 2017;4(4):13–25. <https://doi.org/10.15586/jkcvhl.2017.97>.
8. Varshney B., Vishwajeet V., Madduri V., Chaudhary G.R., Elhence P.A. Renal angiomyolipoma with epithelial cyst. *Autops Case Rep*. 2021;11:e2021308. <https://doi.org/10.4322/acr.2021.308>.
9. Vos N., Oyen R. Renal angiomyolipoma: The good, the bad, and the ugly. *J Belg Soc Radiol*. 2018;102(1):41. <https://doi.org/10.5334/jbsr.1536>.
10. Dixon B.P., Hulbert J.C., Bissler J.J. Tuberous sclerosis complex renal disease. *Nephron Exp Nephrol*. 2011;118(1):e15–20. <https://doi.org/10.1159/0003208910>.
11. Babol-Pokora K., Bielska M., Bobeff K., Jateczak-Pawlik I., Borkowska J., Kotulska K., Joźwiak S., Młynarski W., Trelińska J. A multistep approach to the genotype-phenotype analysis of Polish patients with tuberous sclerosis complex. *Eur J Med Genet*. 2021;64(10):104309. <https://doi.org/10.1016/j.ejmg.2021.104309>.
12. Curatolo P., Bombardieri R., Jozwiak S. Tuberous sclerosis. *Lancet*. 2008;372(9639):657–668. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61279-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61279-9).
13. Limavady A., Marlais M. The extent of kidney involvement in paediatric tuberous sclerosis complex. *Pediatr Nephrol*. 2024;39(10):2927–2937. <https://doi.org/10.1007/s00467-024-06417-2>.
14. Flum A.S., Hamoui N., Said M.A., Yang X.J., Casalino D.D., McGuire B.B., Perry K.T., Nadler R.B. Update on the diagnosis and management of renal angiomyolipoma. *J Urol*. 2016;195(4 Pt 1):834–846. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2015.07.126>.
15. Sooriakumaran P., Gibbs P., Coughlin G., Attard V., Elmslie F., Kingswood C., Taylor J., Corbishley C., Patel U., Anderson C. Angiomyolipomata: challenges, solutions, and future prospects based on over 100 cases treated. *BJU Int*. 2010;105(1):101–106. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2009.08649.x>.
16. Portocarrero L.K.L., Quental K.N., Samorano L.P., Oliveira Z.N.P., Rivitti-Machado M.C.D.M. Tuberous sclerosis complex: review based on new diagnostic criteria. *An Bras Dermatol*. 2018;93(3):323–331. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20186972>.
17. Jinzaki M., Silverman S.G., Akita H., Nagashima Y., Mikami S., Oya M. Renal angiomyolipoma: a radiological classification and update on recent developments in diagnosis and management. *Abdom Imaging*. 2014;39(3):588–604. <https://doi.org/10.1007/s00261-014-0083-3>.
18. Dong A., Yang Q., Hua M., Cheng C., Zuo C. Lipid-poor renal angiomyolipoma mimicking renal cell carcinoma on 68 Ga-FAPI-04 PET/CT. *Clin Nucl Med*. 2022;47(11):991–993. <https://doi.org/10.1097/RLU.0000000000004297>.
19. Guo Y., Kapoor A., Cheon P., So A.I., Lattouf J.B., Jamal M. Canadian Urological Association best practice report: Diagnosis and management of sporadic angiomyolipomas.

- Can Urol Assoc J. 2020;14(11):E527–E536. <https://doi.org/10.5489/cuaj.6942>.
20. Ascenti G., Zimbaro G., Mazziotti S., Gaeta M., Settineri N., Scribano E. Usefulness of power Doppler and contrast-enhanced sonography in the differentiation of hyperechoic renal masses. *Abdom Imaging*. 2001;26(6):654–660. <https://doi.org/10.1007/s00261-001-0025-8>.
21. Habibollahi P., Sultan L.R., Bialo D., Nazif A., Faizi N.A., Sehgal C.M., Chauhan A. Hyperechoic renal masses: differentiation of angiomyolipomas from renal cell carcinomas using tumor size and ultrasound radiomics. *Ultrasound Med Biol*. 2022;48(5):887–894. <https://doi.org/10.1016/j.ultras-medbio.2022.01.011>.
22. Schieda N., Davenport M.S., Pedrosa I., Shinagare A., Chandarana H., Curci N., Doshi A., Israel G., Remer E., Wang J., Silverman S.G. Renal and adrenal masses containing fat at MRI: Proposed nomenclature by the society of abdominal radiology disease-focused panel on renal cell carcinoma. *J Magn Reson Imaging*. 2019;49(4):917–926. <https://doi.org/10.1002/jmri.26542>.
23. Hélénon O., Merran S., Paraf F., Melki P., Correas J.M., Chretien Y., Moreau J.F. Unusual fat-containing tumors of the kidney: a diagnostic dilemma. *Radiographics*. 1997;17(1):129–144. <https://doi.org/10.1148/radiographics.17.1.9017804>.
24. Bissler J.J., Batchelor D., Kingswood J.C. Progress in tuberous sclerosis complex renal disease. *Crit Rev Oncog*. 2022;27(2):35–49. <https://doi.org/10.1615/CritRevOncog.2022042857>.



Правила для авторов

Утв. приказом и.о. ректора
ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России от 23.08.24

НАСТОЯЩИЕ ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЯВЛЯЮТСЯ ИЗДАТЕЛЬСКИМ ДОГОВОРом

Условия настоящего Договора (далее «Договор») являются публичной офертой в соответствии с п. 2 ст. 437 Гражданского кодекса Российской Федерации. Данный Договор определяет взаимоотношения между редакцией журнала «Visualization in Medicine / Визуализация в медицине» (далее по тексту «Журнал»), зарегистрированного Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство ПИ № ФС77-74241 от 02 ноября 2018 г., именуемой в дальнейшем «Редакция» и являющейся структурным подразделением ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России, и автором и/или авторским коллективом (или иным правообладателем), именуемым в дальнейшем «Автор», принявшим публичное предложение (оферту) о заключении Договора.

Автор передает Редакции для издания авторский оригинал или рукопись. Указанный авторский оригинал должен соответствовать требованиям, указанным в разделах «Представление рукописи в журнал», «Оформление рукописи». При рассмотрении полученных авторских материалов Журнал руководствуется «Едиными требованиями к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» (Intern.committee of medical journal editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. Ann Intern Med. 1997;126:36–47).

В Журнале печатаются ранее не опубликованные работы по профилю Журнала.

Журнал не рассматривает работы, результаты которых по большей части уже были опубликованы или описаны в статьях, представленных или принятых для публикации в другие печатные или электронные средства массовой информации. Представляя статью, автор всегда должен ставить редакцию в известность обо всех направлениях этой статьи в печать и о предыдущих публикациях, которые могут рассматриваться как множественные или дублирующие публикации той же самой

или очень близкой работы. Автор должен уведомить редакцию о том, содержит ли статья уже опубликованные материалы и предоставить ссылки на предыдущую, чтобы дать редакции возможность принять решение, как поступить в данной ситуации. Не принимаются к печати статьи, представляющие собой отдельные этапы незавершенных исследований, а также статьи с нарушением «Правил и норм гуманного обращения с биообъектами исследований».

Размещение публикаций возможно только после получения положительной рецензии.

Все статьи, в том числе статьи аспирантов и докторантов, публикуются бесплатно.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РУКОПИСИ В ЖУРНАЛ

Авторский оригинал принимает редакция. Подписанная Автором рукопись должна быть отправлена в адрес редакции по электронной почте на адрес lt2007@inbox.ru, а также через сайт <https://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>. Автор должен отправить конечную версию рукописи и дать файлу название, состоящее из фамилии первого автора и первых 2–3 сокращенных слов из названия статьи. Информацию об оформлении можно уточнить на сайте: https://www.gpmu.org/science/pediatrics-magazine/science/Visualization_medicine.

СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

К авторскому оригиналу необходимо приложить **экспертное заключение** о возможности опубликования в открытой печати (бланк можно скачать на сайте <https://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>).

Рукопись считается поступившей в Редакцию, если она представлена комплектно и оформлена в соответствии с описанными требованиями. Предварительное рассмотрение рукописи, не заказанной Редакцией, не является фактом заключения между сторонами издательского Договора.

При представлении рукописи в Журнал Авторы несут ответственность за раскрытие своих финансовых и других конфликтных интересов, способных оказать влияние на их работу. *В рукописи должны быть упомянуты все лица и организации, оказавшие финансовую поддержку (в виде грантов, оборудования, лекарств или всего этого вместе), а также другое финансовое или личное участие.*

АВТОРСКОЕ ПРАВО

Редакция отбирает, готовит к публикации и публикует переданные Авторами материалы. Авторское право на конкретную статью принадлежит авторам статьи. Авторский гонорар за публикации статей в Журнале не выплачивается. Автор передает, а Редакция принимает авторские материалы на следующих условиях:

- 1) Редакции передается право на оформление, издание, передачу Журнала с опубликованным материалом Автора для целей реферирования статей из него в Реферативном журнале ВИНИТИ, РНИЦ и базах данных, распространение Журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных либо созданных Редакцией сайтах в сети Интернет в целях доступа к публикации в интерактивном режиме любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, а также на распространение Журнала с опубликованным материалом Автора по подписке;
- 2) территория, на которой разрешается использовать авторский материал, — Российская Федерация и сеть Интернет;
- 3) срок действия Договора — 5 лет. По истечении указанного срока Редакция оставляет за собой, а Автор подтверждает бессрочное право Редакции на продолжение размещения авторского материала в сети Интернет;
- 4) Редакция вправе по своему усмотрению без каких-либо согласований с Автором заключать договоры и соглашения с третьими лицами, направленные на дополнительные меры по защите авторских и издательских прав;
- 5) Автор гарантирует, что использование Редакцией предоставленного им по настоящему Договору авторского материала не нарушит прав третьих лиц;
- 6) Автор оставляет за собой право использовать предоставленный по настоящему Договору авторский материал самостоятельно, передавать права на него по договору третьим лицам, если это не противоречит настоящему Договору;

- 7) Редакция предоставляет Автору возможность безвозмездного получения справки с электронными адресами его официальной публикации в сети Интернет;
- 8) при перепечатке статьи или ее части ссылка на первую публикацию в Журнале обязательна.

ПОРЯДОК ЗАКЛЮЧЕНИЯ ДОГОВОРА И ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО УСЛОВИЙ

Заключением Договора со стороны Редакции является опубликование рукописи данного Автора в журнале «Visualization in Medicine / Визуализация в медицине» и размещение его текста в сети Интернет. Заключением Договора со стороны Автора, т.е. полным и безоговорочным принятием Автором условий Договора, является передача Автором рукописи и экспертного заключения.

ОФОРМЛЕНИЕ РУКОПИСИ

Статья должна иметь

(НА РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ):

1. Заглавие (Title) должно быть кратким (не более 120 знаков), точно отражающим содержание статьи.

2. Сведения об авторах (публикуются). Для каждого автора указываются: фамилия, имя и отчество, ученая степень, место работы, почтовый адрес места работы, **e-mail**, **ORCID**, **SPIN-код**. Фамилии авторов рекомендуется транслитерировать так же, как в предыдущих публикациях или по системе BGN (Board of Geographic Names), см. сайт <http://www.translit.ru>.

3. Резюме (Abstract) (1500–2000 знаков, или 200–250 слов) помещают перед текстом статьи. Резюме не требуется при публикации рецензий, отчетов о конференциях, информационных писем.

Авторское резюме к статье является основным источником информации в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал. Резюме доступно на сайте журнала «Visualization in Medicine / Визуализация в медицине» и индексируется сетевыми поисковыми системами. Из аннотации должна быть понятна суть исследования, нужно ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации. Резюме должно излагать только существенные факты работы.

Рекомендуемая структура как аннотации, так и самой статьи IMRAD (для оригинальных исследований структура обязательна): введение (Introduction), материалы и методы (Materials and methods), результаты (Results), обсуждение (Discussion), выводы (Conclusion). Предмет, тему,

цель работы нужно указывать, если они неясны из заглавия статьи; метод или методологию проведения работы целесообразно описывать, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. Объем текста авторского резюме определяется содержанием публикации (объемом сведений, их научной ценностью и/или практическим значением) и должен быть в пределах 200–250 слов (1500–2000 знаков).

4. Ключевые слова (Keywords) — от 3 до 10 ключевых слов или словосочетаний, которые будут способствовать правильному перекрестному индексированию статьи, помещаются под резюме с подзаголовком «ключевые слова». Предпочтительно использовать ключевые словосочетания из 2–4 слов, наиболее точно отражающих тему статьи. Используйте термины из списка медицинских предметных заголовков (Medical Subject Headings), приведенного в Index Medicus (если в этом списке еще отсутствуют подходящие обозначения для недавно введенных терминов, подберите наиболее близкие из имеющихся). Ключевые слова разделяются запятой.

5. Заголовки таблиц, подписи к рисункам, а также все тексты на рисунках и в таблицах должны быть на русском и английском языках.

6. Сокращений, кроме общеупотребительных, следует избегать. Сокращения в названии статьи, названиях таблиц и рисунков, в выводах недопустимы. Если аббревиатуры используются, то все они должны быть расшифрованы полностью при первом их упоминании в тексте (например: «Наряду с данными о РОН (резидуально-органической недостаточности), обуславливающей развитие ГКС (гиперкинетического синдрома), расширен диапазон исследований по эндогенной природе данного синдрома»).

7. При представлении рукописи в Журнал Авторы несут ответственность за раскрытие своих финансовых и других конфликтных интересов, способных оказать влияние на их работу. В рукописи должны быть упомянуты все лица и организации, оказавшие финансовую поддержку (в виде грантов, оборудования, лекарств или всего этого вместе), а также другое финансовое или личное участие.

В конце каждой статьи обязательно указываются вклад авторов в написание статьи, источники финансирования (если имеются), отсутствие конфликта интересов, наличие согласия на публикацию со стороны пациентов. Данная информация должна быть переведена на английский язык.

8. ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES). Список литературы должен представлять полное библио-

графическое описание цитируемых работ в соответствии с NLM (National Library of Medicine) Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. Title of Journal. 2021;10(2):49–53. Фамилии и инициалы авторов в приставном списке приводятся **в порядке упоминания** [1, 2, 3 и т.д.]. В описании указываются ВСЕ авторы публикации. Библиографические ссылки в тексте статьи даются цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

В оригинальных статьях допускается цитирование, как правило, не более 30 источников, в обзорах литературы — не более 60, в лекциях и других материалах — до 15. Библиография должна содержать большинство публикаций за последние 5 лет.

Книга:

Юрьев В.К., Моисеева К.Е., Глущенко В.А. Основы общественного здоровья и здравоохранения. Учебник. СПб.: СпецЛит; 2019.

Никифоров О.Н., ред. Санкт-Петербург в 2021 году. СПб.: Петростат; 2022.

Глава из книги:

Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Шарафетдинов Х.Х. Здоровое питание — основа здорового образа жизни и профилактики хронических неинфекционных заболеваний. В кн.: Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы. Т. 3. М.; 2019: 203–227.

Статья из журнала:

Карсанов А.М., Полунина Н.В., Гогичаев Т.К. Безопасность пациентов в хирургии. Часть 2: Программа менеджмента качества хирургического лечения. Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2019;1(35):56–65. DOI: 10.31556/2219-0678.2019.35.1.056-065.

Тезисы докладов, материалы научных конференций:

Марковская И.Н., Завьялова А.Н., Кузнецова Ю.В. Микробный пейзаж пациента первого года жизни с дисфагией, длительно находящегося в ОРИТ. XXX Конгресс детских гастроэнтерологов России и стран СНГ: тез. докл. М.; 2023: 29–31.

Салов И.А., Маринушкин Д.Н. Акушерская тактика при внутриутробной гибели плода. В кн.: Материалы IV Российского форума «Мать и дитя». Ч. 1. М.; 2000: 516–519.

Авторефераты, диссертации:

Авилов А.Ю. Девиации полоролевой идентичности мужчин с умственной отсталостью в условиях психоневрологического интерната. Автореф. дис. ... канд. психол. наук. СПб.; 2021.

Камакин Н.Ф. Пути гомеостатирования в крови инкретируемых пищеварительными железами гидролаз, их анаболическая и регуляторная роль: Дисс. ... д-ра мед. наук. Томск; 1985.

Патенты:

Баженов А.Н., Илюшина Л.В., Плесовская И.В., изобретатели; Баженов А.Н., Илюшина Л.В., Плесовская И.В., правопреемник. Методика лечения при ревматоидном артрите. Патент РФ RU 2268734. 27 января 2006 г.

Приказы:

Приказ Минздрава России от 20.10.2020 № 1130н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология». Доступно по: <https://docs.cntd.ru/document/566162019?ysclid=lo30ib3c8k800071923> (дата обращения: 23.04.2024).

Описание интернет-ресурса:

Естественное движение населения. Москва: Росстат. Доступен по: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 23.10.2023).

Для всех статей необходимо указывать индекс DOI в конце библиографического описания, а также EDN при его наличии.

Примеры:

Саттаров А.Э., Карелина Н.Р. Особенности ротовых процессов у мальчиков и юношей различных пропорций и телосложения, проживающих в южной части Кыргызстана. Педиатр. 2018;9(5):47–52. DOI: 10.17816/PED9547-52. EDN: YRAEPZ.

Voropaeva E.E., Khaidukova Yu.V., Kazachkova E.A., et al. Perinatal outcomes and morphological examination of placentas in pregnant women with critical lung lesions in new COVID-19 coronavirus infection. Ural Medical Journal. 2023;22(2):109–121. DOI: 10.52420/2071-5943-2023-22-2-109-121. EDN: CXRCMN. (In Russian).

Перевод и транслитерация

Если публикация написана **на русском языке** (на кириллице) и существует официальный перевод на английский язык, нужно привести этот вариант. Если официального перевода нет, следует перевести название публикации на английский язык самостоятельно. В конце описания в скобках указать язык издания.

Если цитируемая статья написана **на английском** (немецком, испанском, итальянском, финском, датском и других языках, использующих романский алфавит), *ссылку на нее следует привести на оригинальном языке опубликования и в списке литературы, и в References*. Пример (статья в норвежском журнале на норвежском языке):

Ellingsen AE, Wilhelmsen I. Sykdomsangst blant medisinske studenter. Tidsskr Nor Laegeforen. 2002;122(8):785–787. (In Norwegian).

Стандарт транслитерации. При транслитерации рекомендуется использовать систему BGN

(Board of Geographic Names), см. сайт <http://www.translit.ru>.

ФИО авторов, редакторов. Фамилии и инициалы всех авторов на латинице следует приводить в ссылке так, как они даны в оригинальной публикации. Если в оригинальной публикации уже были приведены на латинице ФИО авторов, в ссылке на статью следует указывать именно этот вариант (независимо от использованной системы транслитерации в первоисточнике). *Если в официальных источниках (на сайте журнала, в базах данных, в том числе в eLIBRARY) ФИО авторов на латинице не приведены, следует транслитерировать так же, как в предыдущих публикациях, или по системе BGN.*

Название публикации. Если у цитируемой работы существует официальный перевод на английский язык или англоязычный вариант названия (его следует искать на сайте журнала, в базах данных, в том числе в eLIBRARY), следует указать именно его. *Если в официальных источниках название публикации на латинице не приведено, следует перевести на английский язык самостоятельно.*

Название издания (журнала). Некоторые неанглоязычные научные издания (журналы) имеют кроме названия на родном языке официальное «параллельное» название на английском (например, у журнала «Сахарный диабет» есть официальное англоязычное название «Diabetes Mellitus»). Таким образом, для списка References в ссылке на статью из русскоязычного журнала следует указать либо транслитерированное название журнала, либо переводное. Переводное название журнала можно взять либо с официального сайта журнала (или использовать данные о правильном написании англоязычного названия из цитируемой статьи), либо проверить его наличие в базе данных, например в CAS Source Index, библиотеке WorldCat или каталоге Web of Science (ISI), каталоге названий базы данных MedLine (NLM Catalog), PubMed. *В случае, когда у журнала нет официального названия на английском языке, в References нужно приводить транслитерацию по системе BSI.* Не следует самостоятельно переводить названия журналов.

Место издания. Место издания в ссылках всегда следует указывать **на английском языке и полностью**, то есть Moscow, а не «Moskva» и не «M.:», Saint Petersburg, а не «Sankt Peterburg» и не «SPb».

Название издательства/издателя. Название издательства для ссылок в References **следует только транслитерировать** (за исключением крайне редких случаев наличия у издателя параллельного официального англоязычного названия).

Приказы, указы, постановления и другие официальные документы, а также патенты транслируются.

Примеры перевода русскоязычных источников литературы для англоязычного блока статьи.

Книга:

Yuriev V.K., Moiseeva K.E., Glushchenko V.A. Fundamentals of public health and healthcare. Textbook. Saint Petersburg: SpetsLit; 2019. (In Russian).

Nikiforov O.N., ed. Saint Petersburg in 2021. Saint Petersburg: Petrostat; 2022. (In Russian).

Глава из книги:

Tutelyan V.A., Nikityuk D.B., Sharafetdinov Kh.Kh. Healthy nutrition is the basis of a healthy lifestyle and the prevention of chronic non-communicable diseases. In: Youth health: new challenges and prospects. Vol. 3. Moscow; 2019: 203–227. (In Russian).

Статья из журнала:

Karsanov A.M., Polunina N.V., Gogichaev T.K. Patient safety in surgery. Part 2: Quality management program for surgical treatment. Medical technologies. Evaluation and selection. 2019;1(35):56–65. DOI: 10.31556/2219-0678.2019.35.1.056-065. (In Russian).

Тезисы докладов, материалы научных конференций:

Markovskaya I.N., Zavyalova A.N., Kuznetsova Yu.V. Microbial landscape of a patient in the first year of life with dysphagia who has been in the ICU for a long time. XXX Congress of pediatric gastroenterologists of Russia and the CIS countries: abstract. report. Moscow; 2023: 29–31.

Salov I.A., Marinushkin D.N. Obstetric tactics in intrauterine fetal death. In: Materialy IV Rossiyskogo foruma “Mat’ i ditya”. Part 1: Moscow; 2000: 516–519. (In Russian).

Авторефераты, диссертации:

Avilov A.Yu. Deviations of gender role identity of men with mental retardation in a psychoneurological boarding school. PhD thesis. Saint Petersburg; 2021. (In Russian).

Kamakin N.F. Ways of homeostatization of hydrolases secreted by digestive glands in the blood, their anabolic and regulatory role. MD dissertation. Tomsk; 1985. (In Russian).

Патенты:

Bazhenov AN, Ilyushina LV, Plesovskaya IV, inventors; Bazhenov AN, Ilyushina LV, Plesovskaya IV, assignee. Metodika lecheniya pri revmatoidnom arthrite. Russian Federation patent RU 2268734. 2006 Jan 27. (In Russian).

Приказы:

Prikaz Minzdrava Rossii ot 20.10.2020 N 1130n “Ob utverzhdenii Poryadka okazaniya meditsinskoy pomoshchi po profilyu “akusherstvo i ginekologiya”. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/566162019?ysclid=lo30ib3c8k800071923> (accessed: 23.04.2024). (In Russian).

Описание интернет-ресурса:

Natural population movement. Moscow: Rosstat. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (accessed: 10/23/2023). (In Russian).

Kealy M.A., Small R.E., Liamputtong P. Recovery after caesarean birth: a qualitative study of women’s accounts in Victoria, Australia. BMC Pregnancy and Childbirth. 2010. Available at: <http://www.biomedcentral.com/1471-2393/10/47/> (accessed: 11.09.2013).

Пример списка литературы (References):

ЛИТЕРАТУРА

1. Криворученко В.К. Жестокое обращение с ребенком. Проявление и меры предотвращения. Информационный гуманитарный портал Знание. Понимание. Умение. 2012; 3. Доступен по: http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2012/3/Krivoruchenko_Child-Abuse (дата обращения: 27.12.2023).
2. Jacobi G., Dettmeyer R., Banaschak S., Brosig B., Herrmann B. Child abuse and neglect: diagnosis and management. Dtsch Arztebl Int. 2010;107(13):231–239. DOI: 10.3238/arztebl.2010.0231.

REFERENCES

1. Krivoruchenko V.K. Child abuse. Manifestation and prevention measures. Informationsnyy гуманитарный портал Znaniye. Ponimaniye. Umeniye. 2012; 3. Available at: http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2012/3/Krivoruchenko_Child-Abuse (accessed: 27.12.2023) (In Russian).
2. Jacobi G., Dettmeyer R., Banaschak S., Brosig B., Herrmann B. Child abuse and neglect: diagnosis and management. Dtsch Arztebl Int. 2010;107(13):231–239. DOI: 10.3238/arztebl.2010.0231.

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПРАВИЛЬНОСТЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ НЕСЕТ АВТОР.

Остальные материалы предоставляются либо на русском, либо на английском языке, либо на обоих языках по желанию.

Структура основного текста статьи.

Введение, изложение основного материала, заключение, литература. Для оригинальных исследований — введение, методика, результаты исследования, обсуждение результатов, выводы, литература.

В разделе «Методика» обязательно указываются сведения о статистической обработке экспериментального или клинического материала. Единицы измерения даются в соответствии с Международной системой единиц — СИ. Фамилии иностранных авторов, цитируемые в тексте рукописи, приводятся в оригинальной транскрипции.

В конце каждой статьи обязательно указываются вклад авторов в написание статьи, источники финансирования (если имеются), отсутствие конфликта интересов, наличие согласия на публикацию со стороны пациентов.

Объем рукописей.

Объем рукописи обзора не должен превышать 25 стр. машинописного текста через два интервала, 12 кеглем (включая таблицы, список литературы, подписи к рисункам и резюме на английском языке), поля не менее 25 мм. Нумеруйте страницы последовательно, начиная с титульной. Объем рукописи статьи экспериментального характера не должен превышать 15 стр. машинописного текста; кратких сообщений (писем в редакцию) — 7 стр.; отчетов о конференциях — 3 стр.; рецензий на книги — 3 стр. Используйте колонтитул — сокращенный заголовок и нумерацию страниц, для помещения сверху или внизу всех страниц статьи.

Иллюстрации и таблицы.

Число рисунков рекомендуется не более 5. В подписях под рисунками должны быть сделаны объяснения значений всех кривых, букв, цифр и прочих условных обозначений. Все графы в таблицах должны иметь заголовки. Повторять одни и те же данные в тексте, на рисунках и в таблицах не следует. Рисунки, схемы, фотографии должны быть представ-

лены в расчете на печать в черно-белом виде или уровнями серого в точечных форматах tif, bmp (300–600 dpi), или в векторных форматах pdf, ai, eps, cdr. При оформлении графических материалов учитывайте размеры печатного поля Журнала (ширина иллюстрации в одну колонку — 90 мм, в 2 — 180 мм). Масштаб 1:1.

РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

Статьи, поступившие в редакцию, обязательно рецензируются. Если у рецензента возникают вопросы, то статья с комментариями рецензента возвращается Автору. Датой поступления статьи считается дата получения Редакцией окончательного варианта статьи. Редакция оставляет за собой право внесения редакторских изменений в текст, не искажающих смысла статьи (литературная и технологическая правка).

АВТОРСКИЕ ЭКЗЕМПЛЯРЫ ЖУРНАЛА

Редакция обязуется выдать Автору 1 экземпляр Журнала на каждую опубликованную статью вне зависимости от числа авторов. Авторы, проживающие в Санкт-Петербурге, получают авторский экземпляр Журнала непосредственно в Редакции. Иногородним Авторам авторский экземпляр Журнала высылается на адрес автора по запросу от автора. Экземпляры спецвыпусков не отправляются авторам.

АДРЕС РЕДАКЦИИ

194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2
E-mail: lt2007@inbox.ru.

Сайт журнала:

<http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>.