

<https://doi.org/10.29296/25877305-2021-10-13>

## Биоимпедансный метод как инструмент раннего выявления риска новообразований в молочной железе

**П.В. Селиверстов**<sup>1</sup>, кандидат медицинских наук, доцент,  
**Н.П. Гаврилова**<sup>2</sup>, кандидат медицинских наук,  
**Л.В. Савина**<sup>3,4</sup>, **О.В. Амосова**<sup>5</sup>, **А.В. Ястребов**<sup>6,7</sup>,  
**И.А. Чиж**<sup>5</sup>, кандидат медицинских наук,  
**А.В. Тишков**<sup>5</sup>, кандидат физико-математических наук, доцент  
<sup>1</sup>Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова Минздрава России, Санкт-Петербург  
<sup>2</sup>ОО «Медицинский центр «МСЧ-24»», Санкт-Петербург  
<sup>3</sup>ОО «Морской Медицинский Центр», Санкт-Петербург  
<sup>4</sup>«СПб ГБПОУ Акушерский колледж», Санкт-Петербург  
<sup>5</sup>Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России  
<sup>6</sup>Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
 Министерства науки и высшего образования России  
<sup>7</sup>ОО «Интеллектуальные программные системы», Санкт-Петербург  
**E-mail:** seliverstov-pv@yandex.ru

*Повсеместный рост числа больных раком молочной железы (РМЖ), актуальность вопросов профилактики и своевременной терапии определяют необходимость поиска новой стратегии в диагностике заболевания на доклиническом этапе. Одним из перспективных направлений является использование портативного маммографа как для массовых обследований, так и для самообследования женщин.*

**Цель исследования.** Оценка эффективности биоимпедансного метода выявления риска новообразований молочной железы (МЖ) в соответствии с установленными стандартами (шкала BIRADS) с помощью портативного «умного» маммографа.

**Материал и методы.** В исследовании приняли участие 78 пациенток с РМЖ, которые дополнительно были обследованы с помощью портативного биоимпедансного маммографа, специально разработанного для быстрого скрининга МЖ и выявления риска наличия новообразований без участия специалиста (врача) и сложной расшифровки данных.

**Результаты** исследований показали высокую информативность метода, достаточную чувствительность и специфичность (>0,75).

**Заключение.** Подтверждена эффективность использования биоимпедансного метода в сочетании с искусственным интеллектом в обследовании женщин с новообразованиями МЖ, что позволяет создать прибор для массовых профилактических осмотров и для самообследования женщин в домашних условиях.

**Ключевые слова:** онкология, рак молочной железы, скрининг, маммограф, профилактика.

**Для цитирования:** Селиверстов П.В., Гаврилова Н.П., Савина Л.В. и др. Биоимпедансный метод как инструмент раннего выявления риска новообразований в молочной железе. Врач. 2021; 32 (10): 64–69. <https://doi.org/10.29296/25877305-2021-10-13>

На сегодняшний день рак молочной железы (РМЖ) представляет серьезную угрозу для здоровья и жизни женщины, поскольку в структуре онкозаболеваемости он по-прежнему занимает лидирующую позицию. Так, по данным ВОЗ и онкологической базы данных GLOBOCAN, в 2018 г. в мире выявлено >2 млн новых случаев РМЖ. В России за последнее десятилетие распространенность РМЖ выросла более чем на 40% и отчетливо сформировалась тенденция к «омоложению» заболевания. Таким образом, в группе риска находится каждая 8-я женщина, а по достижении 40 лет и при наличии факторов риска (ФР) частота заболевания увеличивается [5, 8, 17, 23].

Среди ФР, способствующих развитию и прогрессированию РМЖ, выделяют [13, 19]:

- наследственную предрасположенность;
- гормональный дисбаланс, в частности нарушения продукции и рецепции гонадотропных гормонов гипофиза, а также эстрогенов, прогестерона, гормонов щитовидной железы, пролактина — основных регуляторов пролиферации и дифференцировки эпителия протоков и альвеол молочной железы и их функций;
- возрастной фактор (в 85% случаев рак развивается после 40 лет);
- развитие иммунодефицита и нарушение элиминации опухолевых клеток;
- наличие феминизирующих опухолей яичников, сопровождающихся гиперэстрогенией;
- применение эстрогензаместительной терапии с целью устранения симптомов климактерического и посткастрационного синдромов;
- наличие гиперпластических процессов в молочной железе (МЖ): фибroadеноматоза и фибroadеномы (ФАМ), внутрипротоковой папилломы;
- лечение рака яичников, эндометрия, толстой кишки;
- первые роды после 34 лет, аборт после 35 лет, менопауза после 50 лет и другие;
- ожирение, сахарный диабет, гипертония, стресс;
- характер питания, избыток в пище жиров и полиненасыщенных жирных кислот.

Таким образом, принимая во внимание указанные ФР, становится очевидной задача раннего предупреждения заболевания [4].

Известно, что РМЖ благополучно лечится на ранних стадиях. Залогом успеха в лечении любого заболевания, особенно онкологического, является превентивная диагностика. Однако женщины сами избегают плановых обследований, опасаясь услышать «страшный» диагноз, тем самым подвергая себя неоправданному риску, в связи с чем летальность от РМЖ остается высокой, поскольку у половины всех выявленных больных заболевание диагностируется на поздней стадии.

Сегодня известно, что ранняя диагностика и своевременное лечение могут сохранить жизнь как минимум 50% женщин с РМЖ, поскольку при своевременном выявлении и адекватной терапии этой формы рака традиционный для онкологии показатель 5-летней выживаемости превышает 50%. Таким образом, основной задачей в борьбе с РМЖ должна стать профилактика, направленная на раннее выявление и своевременное лечение как хронических воспалительных заболеваний МЖ, так и ее доброкачественных образований [1, 4, 13, 15, 16].

Актуальным вопросом современного здравоохранения является разработка и внедрение новых методов ранней диагностики РМЖ с учетом социальных, демографических, медицинских особенностей и новейших научных тенденций, при этом на сегодняшний день особая роль отводится цифровизации и информатизации диагностического процесса [1, 2, 6, 7, 9, 15].

Согласно практическим рекомендациям, диагноз РМЖ основывается на данных осмотра МЖ, результатах инструментальных методов обследования и патоморфологическом заключении [17].

Клиническому обследованию МЖ должна подвергаться каждая женщина, поскольку выраженность симптомов РМЖ зависит от анатомической формы роста опухоли и стадии развития процесса. Зачастую на ранних стадиях развития опухоли заболевание протекает без каких-либо симптомов, что затрудняет диагностику. Своевременно выявлять непальпируемые очаги РМЖ возможно лишь при регулярном обследовании. Сегодня одним из перспективных направлений в борьбе с онкологической патологией и превентивного выявления РМЖ на стадии, когда возможно лечение известными методами, является скрининг [3, 8]. Скрининг РМЖ показан потенциально здоровым женщинам с целью раннего доклинического выявления злокачественных новообразований МЖ. Его не следует смешивать с диагностикой. В России проведение скрининговых обследований МЖ осуществляется в рамках приказа Минздрава России от 13.03.2019 №124н «Об утверждении порядка проведения профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения» [4, 8, 9].

Снижение смертности благодаря внедрению скрининга РМЖ составило 15–25% – по данным рандомизированных и 28–56% – по данным наблюдательных исследований [6, 7, 9]. В ряде исследований показано, что эффект раннего обнаружения инвазивного рака проявляется через 5–7 лет от начала скрининга, т.е. снижение смертности от РМЖ происходит отсрочено даже при качественно проведенном скрининге [22–24].

Маммография является основным методом для проведения скрининга, но это исследование недостаточно безопасно для постоянного многолетнего использования. Ультразвуковое сканирование является вторым по значимости методом диагностики после маммографии,

однако малые опухоли при этом исследовании не визуализируются. В 70% случаев женщины обнаруживают опухоль в МЖ самостоятельно, и подобная находка должна стать сигналом к незамедлительному обращению к врачу [5, 16, 18, 21].

Учитывая изложенное, нами проведено исследование, целью которого стала оценка эффективности биоимпедансного метода, используемого в диагностике разных заболеваний [10, 11], для выявления новообразований МЖ в соответствии с установленными стандартами (шкала BIRADS – Breast Imaging Reporting and Data System) с помощью портативного «умного» маммографа [24].

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 78 пациенток (средний возраст – 48,1±4,3 года) Маммологического центра Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова с установленным диагнозом онкологического заболевания в предоперационный период. Все пациентки проходили обследование с помощью портативного маммографа, результаты исследования которого отображаются в виде матрицы проводимости, что позволяет строить изображения. Полученные данные сопоставлялись с результатами маммологического исследования пациенток, полученных с помощью полноформатной цифровой маммографии (маммограф Siemens Full Field Digital Mammography FFDM), имеющих детектор второго поколения на основе CsI, которое проводилось в соответствии с ГОСТ Р 50267.45-99 (МЭК 60601-2-45-98) «Изделия медицинские электрические, ч. 2», а также с результатами УЗИ и заключением врачей.

При обследовании у 5 (6,4%) пациенток изменения в МЖ отсутствовали; у 43 (55,1%) диагностировалось злокачественное новообразование (у 17 [39,5%] – I стадия; у 21 [48,8%] – II стадия; у 5 [11,6%] – III стадия); 30 (38,5%) имели доброкачественные изменения МЖ – ФАМ, из них у 4 (13,3%) отмечалось сочетание ФАМ со злокачественным новообразованием I стадии.

Исследуемый биоимпедансный маммограф представляет собой устройство, содержащее матрицу электродов, коммутатор и электронный преобразователь, обеспечивающий измерение. Матрица электродов состоит из 80 электродов, обеспечивающих контакт с тканями человека. Коммутатор обеспечивает переключение между электродами в матрице для поочередной подачи сигнала. Электронный преобразователь формирует зондирующий и детектирует прошедший сигнал, таким образом определяя биоимпеданс участка ткани. Устройство выполнено в компактном корпусе с батарейным питанием и обеспечивает беспроводную передачу данных на смартфоны или персональные компьютеры. Специализированное программное обеспечение получает, обрабатывает, сохраняет и отображает биоимпедансное распределение [20].

Также нами была разработана методика выполнения исследования с использованием биоимпедансного маммографа. Обследование проводилось в положении лежа при максимальном сопоставлении и правильной ориентации электродной матрицы импедансного маммографа (согласно инструкции) с кожной поверхностью МЖ. Датчик прикладывался к МЖ последовательно согласно предложенной нами схеме. Сначала датчик ставился на область соска и ареолы, затем последовательно на каждый из 4 секторов МЖ, сначала на латеральных, затем на медиальных участках. Таким образом, проводится 5 измерений каждой МЖ:

- область соска и ареолы;
- верхний латеральный квадрант;
- нижний латеральный квадрант;
- верхний медиальный квадрант;
- нижний медиальный квадрант.

При выполнении исследования проводился визуальный анализ изображений, а также числовой анализ соответствующей области и квадранта. Изменения в МЖ оценивали по расположению, интенсивности импеданса в зависимости от цветовой шкалы и изменений распределения импульсов в органе [14].

Предлагаемый новый экспресс-метод дает возможность ввести комплексный параметр – ФР заболевания на основе полученных маммограмм, который позволяет надежно распределить пациентов на 3 группы в зависимости от его величины в баллах (от 0,1 до 0,4 – низкий риск; от 0,4 до 0,6 – средний; >0,6 – высокий). ФР  $F_p$  определен как вероятность наличия заболевания МЖ, нормированная в интервале [0; 1] и рассчитанная в рамках разработанного нами метода статистической диагностики в электроимпедансной маммографии. ФР определен нами как статистическая вероятность заболевания, описываемая рядом средних значений абсолютных величин статистических вариативных признаков [12, 14, 24].

Статистическую обработку данных проводили с использованием методов параметрической и непараметрической статистики. Характеристики обследованных групп были проанализированы методами относительной статистики и представлены как выборочное среднее (М), стандартное отклонение (m). Для сравнения частот выявляемых непараметрических изменений применялся критерий  $\chi^2$  Пирсона, также использовался двусторонний точный тест Фишера. Результаты считались достоверными при  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

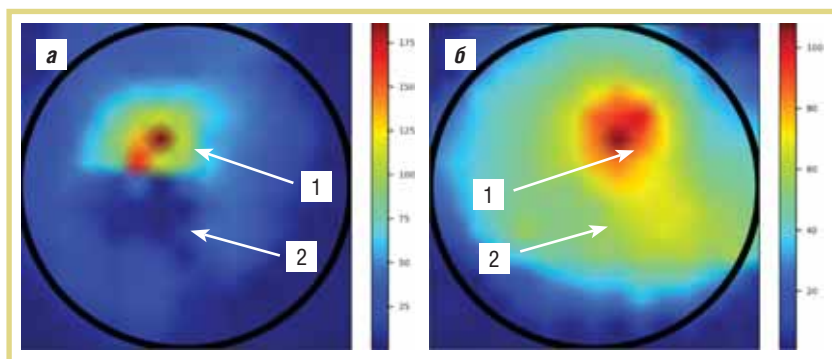
По итогам исследования получены данные о поражении правой МЖ у 41 (52,6%) пациентки; левой – у 24 (30,8%); двухстороннее поражение – у 13 (11,5%).

У пациенток молодого возраста (20–24 года) без патологии МЖ (рис. 1, а) определялись единичные очаги максимальной интенсивности импеданса до 180 усл. ед., расположенные в проекции ореолы, с максимальной интенсивностью в проекции соска; у пациенток среднего и пожилого возраста максимальная интенсивность импеданса составила 100 усл. ед. (рис. 1, б). Вокруг единичного очага наблюдалось равномерное, средней интенсивности распределение. В контрлатеральной зоне от соска МЖ уровень импеданса составлял от 20 до 40 усл. ед. (зона минимального прилегания датчика импедансного маммографа). Полученные данные сопоставимы с результатами маммографии, УЗИ и системой BIRADS. Система BIRADS – это система интерпретации и протоколирования визуализации МЖ, где категория 0 – требует дополнительной визуализации, 1 – нет изменений, 2 – доброкачественные изменения, 3 – вероятно доброкачественные изменения, 4 – подозрения на рак, 5 – характерно для рака, 6 – подтвержденный биопсией рак.

Статистические исследования (ROC-анализ) показали достаточную для скринингового метода чувствительность и специфичность –  $\geq 0,75$ .

В качестве примера на рисунках показаны маммограммы биоимпедансного распределения МЖ у здоровых женщин в виде распределения значений проводимости, а тепловая шкала отражает градиент распределения. Значения проводимости представлены в условных единицах (усл. ед.). Круг отражает активную область электродной матрицы электродов.

На рис. 2 в качестве примера приведены картины импеданса МЖ пациенток с доброкачественными новообразованиями (ФАМ). Мы наблюдали среднего уровня интенсивность импеданса, с равномерным диффузным распределением в МЖ (см. рис. 2), что говорит о наличии риска новообразования и сопоставимо с данными маммографии и УЗИ.

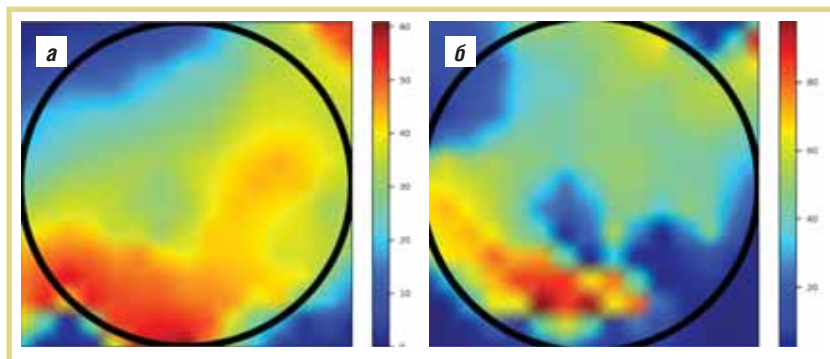


**Рис. 1.** Картина импеданса МЖ у практически здоровых лиц: а – у женщины молодого возраста (22 года); б – у женщины пожилого возраста (71 год); 1 – зона ореолы; 2 – контрлатеральная зона от соска МЖ

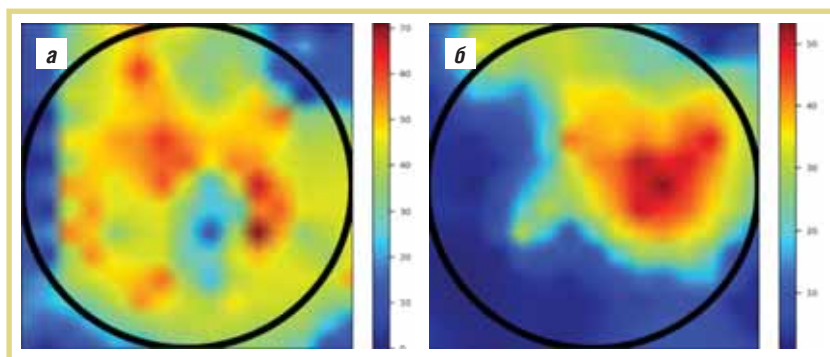
**Fig. 1.** Electrical impedance image of the breast in apparently healthy individuals: а – in a young females aged 22 years; б – in an elderly woman aged 71 years; 1 – halo area; 2 – a contralateral area from the nipple

У пациенток со злокачественными новообразованиями МЖ при I стадии заболевания (рис. 3) мы наблюдали мелкоузловой, средней интенсивности им-

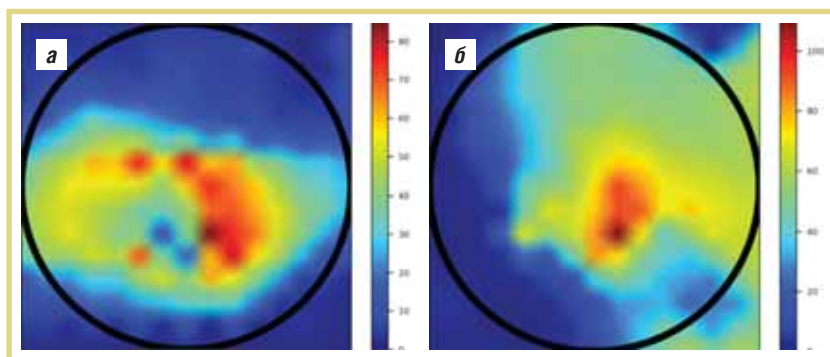
педанс до 70 усл. ед. Это говорит о наличии высокого риска новообразования и сопоставимо с данными маммографии и УЗИ.



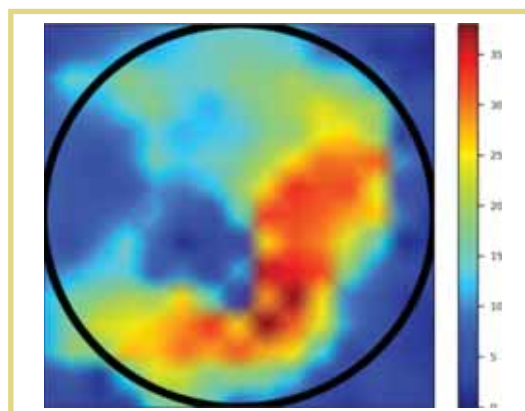
**Рис. 2.** Картина импеданса МЖ у пациенток с ФАМ, расположенной в верхненаружном квадранте МЖ: *a* – размер образования 8×8×9 мм; *б* – размер образования 15×5×8 мм  
**Fig. 2.** Electrical impedance image of the breast in patients with fibroadenoma located in the upper outer quadrant of the breast: *a* – the mass size is 8×8×9 mm; *б* – the mass size is 15×5×8 mm



**Рис. 3.** Картина импеданса МЖ у пациенток с I стадией РМЖ: *a* – инвазивный рак неспецифического типа, расположение – верхний наружный квадрант; *б* – узловой рак, расположение – верхний наружный квадрант  
**Fig. 3.** Electrical impedance image of the breast in patients with Stage I breast cancer: *a* – invasive carcinoma of no special type; location: the upper outer quadrant; *б* – nodular carcinoma; location: upper outer quadrant



**Рис. 4.** Картина импеданса МЖ у пациенток со II стадией РМЖ: *a* – инвазивный рак неспецифического типа, расположение – верхний наружный квадрант; *б* – узловой рак, расположение – верхний внутренний квадрант, после 8 курсов полихимиотерапии  
**Fig. 4.** Electrical impedance image of the breast in patients with Stage I1 breast cancer: *a* – invasive carcinoma of no special type; location: the upper outer quadrant; *б* – nodular carcinoma; location: upper inner quadrant; after 8 combination chemotherapy cycles



**Рис. 5.** Картина импеданса МЖ у пациентки с РМЖ III стадии  
**Fig. 5.** Electrical impedance image of the breast in patients with Stage III breast cancer

У пациенток на II стадии заболевания отмечали неравномерно диффузно расположенные очаговые образования преимущественно средней интенсивности (рис. 4, *a*); при проведении лечения уровень интенсивности импеданса увеличивался, распределение становилось равномерным, с единичным очагом в проекции ореолы (см. рис. 4, *б*), что говорит о наличии высокого риска новообразования и сопоставимо с данными маммографии и УЗИ.

При РМЖ III стадии (рис. 5) наблюдалось значимое снижение уровня импеданса (<35 усл. ед.), распределение становилось хаотичным мелкоузловым. На изображении – узловой рак, расположенный на границе наружных квадрантов. Это подтверждает высокий риск новообразования и сопоставимо с данными маммографии и УЗИ.

На основе изложенного можно сделать следующие выводы:

1. У здоровых пациенток отмечается единичный очаг высокой интенсивности импеданса с равномерным распределением в проекции ореолы; при доброкачественных новообразованиях распределение импеданса имеет диффузно-равномерный характер, средней интенсивности; при злокачественных новообразованиях при увеличении стадии процесса интенсивность импеданса значимо достоверно снижается, очаги мелко хаотично расположенные. Указанные особенности говорят о наличии высокого риска новообразования, что сопоставимо с данными маммографии, результатами УЗИ и нашего метода.

2. Программное обеспечение позволяет, используя методы искусственного интеллекта, определять высокочувствительный и специфичный (0,75) ФР к наличию новообразования в МЖ и оценивать ее состояние по международной шкале BIRADS.

3. Малогабаритный легковесный прибор, обладающий достаточной чувствительностью к новообразованиям (от 4–5 мм), представляет интерес для массового скрининга благодаря отсутствию радиации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показывают практика и литературные данные, доброкачественные заболевания в запущенных стадиях могут спровоцировать развитие злокачественных процессов, поэтому проходить профилактическое обследование женщинам необходимо регулярно, а при появлении любых симптомов заболевания срочно обращаться к врачу.

Тщательное наблюдение с применением инструментального обследования здоровых женщин направлено на выявление РМЖ на ранних стадиях, оно не защищает от развития заболевания, однако является альтернативой мерам профилактики и дополнением к ним.

Таким образом, проведенные клинические, маммографические исследования показали, что патологические процессы в большинстве случаев находят свое подтверждение на маммограммах с использованием нашего прибора. Предлагаемый метод абсолютно безвреден (поскольку исключается облучение), достаточно информативен, может использоваться любое количество раз, вне зависимости от возраста, при беременности, что позволяет широко применять его в профилактических целях как для ранней диагностики, так и для определения группы риска при РМЖ у женщин.

\* \* \*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Исследование не имело финансовой поддержки.*

## Литература/Reference

- Блудов А.Б., Кочергина Н.В., Щипахина Я.А. и др. Информационные системы и телемедицина: современные возможности улучшения скрининга рака молочной железы. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2017; 11 (4): 16–24 [Bludov A.B., Kochergina N.V., Schipahina Ya.A. et al. Information systems and telemedicine: modern possibilities for improving of breast cancer screening. *Journal Diagnostic & interventional radiology*. 2017; 11 (4): 16–24 (in Russ.)]. DOI: 10.25512/DIR.2017.11.4.02
- Блудов А.Б., Кочергина Н.В., Щипахина Я.А. и др. Компьютеризованная система маммографического скрининга. *Медицинская физика*. 2017; 76 (4): 65–74 [Bludov A.B., Kochergina N.V., Schipahina Ya.A. et al. Computerized mammographic screening system. *Meditsinskaya fizika*. 2017; 76 (4): 65–74 (in Russ.)].
- Захарова Н.А., Семиглазов В.Ф., Duffy S.W. Скрининг рака молочной железы: проблемы и решения. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011; 176 с. [Zakharova N.A., Semiglazov V.F., Duffy S.W. Skрининг raka molochnoi zhelezy: problemy i resheniya. M.: GEOTAR-Media, 2011; 176 s. (in Russ.)].
- Иванов В.Г. Эпидемиологические факторы риска, ранняя диагностика рака молочной железы. *Практическая онкология*. 2002; 3 (1): 1–5 [Ivanov V.G. Epidemiologicheskie faktory riska, rannaya diagnostika raka molochnoi zhelezy. *Prakticheskaya onkologiya*. 2002; 3 (1): 1–5 (in Russ.)].
- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. (ред.). Злокачественные новообразования в России в 2016 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018 [Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. (red.). Zlokachestvennyye novoobrazovaniya v Rossii v 2016 godu (zabolevaemost' i smertnost'). M.: MNIIOI im. P.A. Gertsena – filial FGBU «NMIITs radiologii» Minzdrava Rossii, 2018 (in Russ.)].
- Кочергина Н.В., Иванкина О.В., Замогилина Я.А. и др. Первые результаты дистанционного маммографического скрининга рака молочной железы. *Российский онкологический журнал*. 2014; 19 (3): 15–8 [Kochergina N.V., Ivankina O.V., Zamogilnaya Ya.A. et al. The initial results of remote mammography breast cancer screening. *Russian Journal of Oncology*. 2014; 19 (3): 15–8 (in Russ.)]. DOI: 10.17816/onco40041
- Кочергина Н.В., Блудов А.Б., Щипахина Я.А. и др. Новые направления улучшения скрининга рака молочной железы. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2016; 97 (6): 333–9 [Kochergina N.V., Bludov A.B., Shchipakhina Ya.A. et al. New directions for improvement of breast cancer screening. *Journal of radiology and nuclear medicine*. 2016; 97 (6): 333–9 (in Russ.)]. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-6-333-339
- Маммология. Национальное руководство. Под ред. А.Д. Каприн, Н.И. Рожкова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016; 483 с. [Mammologiya. Natsional'noe rukovodstvo. Pod red. A.D. Kaprina, N.I. Rozhkova. M.: GEOTAR-Media, 2016; 483 s. (in Russ.)].
- Морозов С.П., Владимировский А.В., Ледихова Н.В. и др. Телемедицинские технологии (телерадиология) в службе лучевой диагностики. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». М., 2018; 58 с. [Morozov S.P., Vladimirovskii A.V., Ledikhova N.V. et al. Telemeditsinskie tekhnologii (teleradiologiya) v sluzhbe luchevoi diagnostiki. Seriya «Luchshie praktiki luchevoi i instrumental'noi diagnostiki». M., 2018; 58 s. (in Russ.)].
- Подчиненова Д.В., Самойлова Ю.Г., Кобыякова О.С. и др. Неинвазивный способ прогнозирования инсулинорезистентности на основании данных биоимпедансометрии. *Педиатрия*. 2019; 98 (6): 86–90 [Podchinenova D.V., Samoiloova Yu.G., Kobayakova O.S. et al. Method for non invasive screening of insulin resistance based on bioimpedance measurement data. *Pediatria*. 2019; 98 (6): 86–90 (in Russ.)]. DOI: 10.24110/0031-403X-2019-98-6-86-90
- Самойлова Ю.Г., Кудлай Д.А., Подчиненова Д.В. и др. Биоимпедансометрия как метод диагностики висцерального ожирения в педиатрической практике. *Молекулярная медицина*. 2019; 17 (6): 26–31 [Samoiloova Yu.G., Kudlay D.A., Podchinenova D.V. et al. Bioimpedancemetria as a method for diagnosis of visceral obesity in pediatric practice. *Molecular medicine*. 2019; 17 (6): 26–31 (in Russ.)]. DOI: 10.29296/24999490-2019-06-05
- Ястребов А.В., Гаврилова Н.П. Новые подходы к профилактике рака молочной железы с использованием бытового портативного маммографа. Сб. мат-лов VIII Всеросс. с междунар. участ. заочной научно-практ. конф. Под ред. В.С. Лучкевича. Ч.2. СПб, 2021; с. 425 [Yastrebov A.V., Gavrilova N.P. Novyye podkhody k profilaktike raka molochnoi zhelezy s ispol'zovaniem bytovogo portativnogo mammografa. Sb. mat-lov VIII Vseross. s mezhdunar. uchast. zaochnoi nauchno-prakt. konf. Pod red. V.S. Luchkevicha. Ch.2. SPb, 2021; s. 425 (in Russ.)].
- Портной С.М. Основные риски развития рака молочной железы и предложения по его профилактике. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2018; 14 (3): 25–39 [Portnoy S.M. Main risk factors for breast cancer and proposals for its prevention. *Tumors of female reproductive system*. 2018; 14 (3): 25–39 (in Russ.)]. DOI: 10.17650/1994-4098-2018-14-3-25-39
- Ястребов А.В., Трофимов П.М., Амосова О.В. и др. Распределения биоимпеданса в тканях молочной железы с новообразованием (моделирование и эксперимент). *Вопросы радиоэлектроники*. 2020; 2: 16–22 [Yastrebov A.V., Trofimov P.M., Amosova O.V. et al. Distributions of bioimpedance in breast tissue with neoplasm (modeling and experiment). *Issues of radio electronics*. 2020; 2: 16–22 (in Russ.)]. DOI: 10.21778/2218-5453-2020-2-16-22
- Селиверстов П.В., Бакаева С.Р., Шаповалов В.В. Оценка рисков социально значимых хронических неинфекционных заболеваний с использованием телемедицинской системы. *Врач*. 2020; 31 (10): 68–73 [Seliverstov P., Bakayeva S., Shapovalov V. A telemedicine system in the assessment of risks for socially significant chronic non-communicable diseases. *Vrach*. 2020; 31 (10): 68–73 (in Russ.)]. DOI: 10.29296/25877305-2020-10-13
- Рожкова Н.И., Каприн А.Д. (ред.). Профилактика – приоритет клинической маммологии. М.: СИМК, 2015 [Rozhkova N.I., Kaprin A.D. (red.). Profilaktika – prioritit klinicheskoi mammologii. M.: SIMK, 2015 (in Russ.)].
- Стенина М.Б., Жукова Л.Г., Королева И.А. и др. Практические рекомендации по лекарственному лечению рака молочной железы. *Злокачественные опухоли*. 2020; 10 (3s2-1): 145–82 [Stenina M.B., Zhukova L.G., Koroleva I.A. et al. Prakticheskie rekomendatsii po lekarstvennomu lecheniyu raka molochnoi zhelezy. *Malignant Tumours*. 2020; 10 (3s2-1): 145–82 (in Russ.)]. DOI: 10.18027/2224-5057-2020-10-3s2-09

18. Фисенко Е.П. Методика проведения УЗИ молочных желез. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». М., 2019; 36 с. [Fisenko E.P. Metodika provedeniya UZI molochnykh zhelez. Seriya «Luchshie praktiki luchevoi i instrumental'noi diagnostiki». M., 2019; 36 s. (in Russ.)].

19. Чеснокова Н.П., Барсуков В.Ю., Плохов В.Н. Факторы риска развития рака молочной железы. *Успехи современного естествознания*. 2008; 1: 30–6 [Chesnokova N.P., Barsukov V.Yu., Plokhov V.N. Risk factors of breast cancer development. *Advances in current natural sciences*. 2008; 1: 30–6 (in Russ.)].

20. Amin A., Sbriver C., Henry L. et al. Breast cancer screening compliance among young women in a free access healthcare system. *J Surg Oncol*. 2008; 97 (1): 20–4. DOI: 10.1002/jso.20895

21. Mainiero M.B., Lourenco A., Mahoney M.C. et al. ACR Appropriateness Criteria Breast Cancer Screening. *J Am Coll Radiol*. 2016; 13 (11S): R45–R49. DOI: 10.1016/j.jacr.2016.09.021

22. Monticciolo D.L., Newell M.S., Moy L. et al. Breast Cancer Screening in Women at Higher-Than-Average Risk; Recommendations From the ACR. *J Am Coll Radiol*. 2018; 15 (3 Pt A): 408–14. DOI: 10.1016/j.jacr.2017.11.034

23. Yastrebov A.V., Trofimov P.M., Osadchy V.N. et al. Portable home use mammograph for detection breast tumors. *AIP Conference Proceedings*. 2019; 2140 (1): 020079. DOI: 10.1063/1.5122004

24. Tabar L., Vitak B., Chen H.H. et al. The Swedish two-country trial twenty longs term follow up. *Radiol Clin North Am*. 2000; 38 (4): 625–51. DOI: 10.1016/s0033-8389(05)70191-3

#### BIOIMPEDANCE METHOD AS A TOOL FOR EARLY DETECTION OF THE RISK OF NEOPLASMS IN THE MAMMARY GLAND

Associate Professor **P. Seliverstov**<sup>1</sup>, Candidate of Medical Sciences; **N. Gavrilova**<sup>2</sup>, Candidate of Medical Sciences; **L. Savina**<sup>3,4</sup>; **O. Amosova**<sup>5</sup>; **A. Yastrebov**<sup>6,7</sup>; **I. Chizh**<sup>8</sup>, Candidate of Medical Sciences; Associate Professor **A. Tishkov**<sup>9</sup>, Candidate of Physical and Mathematical Sciences

<sup>1</sup>I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Ministry of Health of Russia, Saint Petersburg; <sup>2</sup>«Medical center «MSCh-24»», Saint Petersburg;

<sup>3</sup>Marine Medical Center, Saint Petersburg; <sup>4</sup>Obstetric College, Saint Petersburg;

<sup>5</sup>The First St. Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov Ministry of Health of Russia, Saint Petersburg; <sup>6</sup>Saint Petersburg State Electrotechnical University (LETI), Ministry of Science and Higher Education of Russia; <sup>7</sup>Intelligent software systems, Saint Petersburg

*The widespread increase in the number of breast cancer patients, the relevance of prevention and timely therapy issues determine the need to search for a new strategy in the diagnosis of the disease at the preclinical stage. One of the promising directions is the use of a portable mammography for both mass examinations and self-examination of women.*

**The purpose of the study.** Evaluation of the effectiveness of the bioimpedance method for detecting the risk of breast neoplasms in accordance with established standards (BIRADS scale) using a portable «smart» mammography.

**Materials and methods.** The study was conducted with the participation of 78 women with breast cancer, who were additionally examined using a portable bioimpedance mammography specially designed for rapid breast screening and identifying the risk of neoplasms without the participation of a specialist (doctor) and complex data decoding.

**The results** of the studies showed a high informative value of the method, sufficient sensitivity and specificity (more than 0.75).

**Conclusion.** The effectiveness of the use of the bioimpedance method in combination with artificial intelligence (AI) in the examination of women with breast neoplasms was confirmed, which made it possible to create a device for very preventive examinations and for self-examination of women at home.

**Key words:** oncology, breast cancer, screening, mammography, prevention.

**For citation:** Seliverstov P., Gavrilova N., Savina L. et al. Bioimpedance method as a tool for early detection of the risk of neoplasms in the mammary gland. *Vrach*. 2021; 32 (10): 64–69. <https://doi.org/10.29296/25877305-2021-10-13>

**Об авторах/About the authors:** Seliverstov P.V. ORCID: 0000-0001-5623-4226; Gavrilova N.P. ORCID: 0000-0001-9123-781X; Savina L.V. ORCID: 0000-0002-2996-1388; Amosova O.V. ORCID: 0000-0003-2482-7435; Yastrebov A.V. ORCID: 0000-0003-3586-8099; Chizh I.A. ORCID: 0000-0003-1742-4945; Tishkov A.V. ORCID: 0000-0002-4282-8717

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «УПРАВЛЕНИЕ ИММУНИЗАЦИЕЙ» ВЕРСИЯ 7.0

Возможности:

1. **ведение прививочной картотеки;**
2. **обеспечение ежемесячного/годового** планирования прививок и проб. Формирование ежемесячных/годовых планов для медицинских участков, медицинских организаций, настройка планирования в соответствии с изменениями Национального календаря или эпидемиологической ситуацией. Список из 158 вакцин, включая COVID-19, рекомендованных Роспотребнадзором РФ, МЗ РФ (№125н от 21.03.2014г. в ред. пр. МЗ РФ №370н, №175н, №69н);
3. **подсистема документооборота** обеспечивает создание и формирование региональных форм статистической отчетности (ф.5, ф.6 и т.д.) по базам данных или данным других документов;
4. **подсистема «Склад медицинских иммунобиологических препаратов (МИБП)»:** «Условия транспортирования и хранения иммунобиологических лекарственных препаратов», приложения №1, 2, 3 «Схемы уровней «холодовой цепи», «Журнал учета движения ИЛП», «Акты об уничтожении МИБП» и др.;
5. **подсистема сервиса** обеспечивает обмен иммунологической информацией между различными уровнями системы вакцинопрофилактики в регионе;
6. **возможность интеграции** в действующую структуру информатизации учреждения/региона на примере Санкт-Петербурга, где реализована автоматическая выгрузка данных о проведенных прививках, пробах и медицинских отводах из поликлиник, оказывающих населению Санкт-Петербурга услуги вакцинации, в интегрированную электронную медицинскую карту (ГИС РЕГИЗ).

**Сертификат соответствия:** №РОСС RU.SSK1.H00685/21 от 29.04.2021 г.

**Тел./факс:** (812) 717-13-19

**E-mail:** svv@inprosys.ru

**Сайт:** www.inprosys.ru