

© Э.Э.Топузов<sup>1,2</sup>, В.А. Скворцов<sup>1,3</sup>, Р.В. Орлова<sup>1,3</sup>, А.Э. Талышинский<sup>3,4,5</sup>

## Прогнозирование удовлетворительности эстетическим результатом после реконструкции при раке молочной железы с помощью машинного обучения: промежуточные результаты

<sup>1</sup>Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городской клинический онкологический диспансер», Санкт-Петербург, Российская Федерация  
<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация  
<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация  
<sup>4</sup>Некоммерческое акционерное общество «Медицинский университет Астаны», Астана, Республика Казахстан  
<sup>5</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Мед-Рей», Москва, Российская Федерация

© Eldar E. Topuzov<sup>1,2</sup>, Vitaly A. Skvortsov<sup>1,3</sup>, Rashida V. Orlova<sup>1,3</sup>, Ali E. Talyshinskiy<sup>3,4,5</sup>

## Predicting Satisfaction with the Aesthetic Outcome after Breast Cancer Reconstruction Using Machine Learning: Preliminary Results

<sup>1</sup>City Clinical Oncological Dispensary, St. Petersburg, the Russian Federation  
<sup>2</sup>North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, the Russian Federation  
<sup>3</sup>St. Petersburg State University, St. Petersburg, the Russian Federation  
<sup>4</sup>NpJSC Astana Medical University, Astana, the Republic of Kazakhstan  
<sup>5</sup>LLC 'Med-Ray', Moscow, the Russian Federation

**Введение.** Несмотря на перспективность применения искусственного интеллекта (ИИ) в прогнозировании удовлетворительности эстетическим результатом после реконструкции при раке молочной железы, в отечественной литературе отсутствуют работы по изучению достоверности данной гипотезы. Имеющиеся перспективы ИИ основаны на малочисленных зарубежных публикациях.

**Цель.** Разработать модель предсказания эстетической удовлетворенности пациенток после реконструкции молочной железы по клинико-anamnestическим данным на основе машинного обучения.

**Материалы и методы.** Ретроспективно в период с 2015 по 2024 гг. на базе СПб ГБУЗ «Городской клинический онкологический диспансер» была собрана информация в отношении 333 пациенток, которые ранее прошли комплексное лечение по поводу рака молочной железы и получили в процессе терапии одномоментную или отсроченную реконструкцию молочной железы. В качестве прогностических параметров использовались количественные и качественные клинико-anamnestические данные. Проводилось сравнение пяти различных алгоритмов машинного обучения: метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM), метод k-ближайших соседей (K-Nearest Neighbors, KNN), логистическая регрессия (Logistic Regression, LR), XGBoost, дерево решений (Decision Trees, DT).

**Результаты.** Логистическая регрессия продемонстрировала наилучшие показатели по всем ключевым метрикам, включая чувствительность (0,84) и точность (0,73). Наиболее прогностически значимым оказался фактор итогового веса перед операцией среди перенесших неoadъювантную химиотерапию и/или лучевую терапию пациенток, что подтверждает положительный эффект данного показателя. Противоположные результаты получены для начального

**Introduction.** Although artificial intelligence (AI) shows promise in predicting satisfaction with aesthetic outcomes after breast cancer reconstruction, there are no dedicated studies in Russia, and the available AI perspectives are based on a small number of foreign publications.

**Aim.** To develop and obtain preliminary performance metrics for a machine learning-based model that predicts aesthetic satisfaction of female patients after breast reconstruction, using clinical and anamnesis data.

**Materials and Methods.** In the period from 2015 to 2024, information was retrospectively collected on 333 patients who had previously undergone complex treatment for breast cancer at the St. Petersburg State Clinical Oncologic Dispensary and received one-stage or delayed breast reconstruction during treatment. The inputs comprised quantitative and qualitative clinical and anamnesis data. Five different machine learning algorithms were compared: Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbors (KNN), Logistic Regression (LR), XGBoost and Decision Trees (DT).

**Results.** Logistic regression demonstrated the best performance on all key metrics, including sensitivity (0.84) and accuracy (0.73). Among patients who had undergone neoadjuvant chemotherapy (NACT) and/or radiation therapy (RT), the factor of final weight before surgery was the most prognostically significant, confirming the positive effect of this metric. The opposite results were obtained for initial weight, indicating that being overweight has an inherently negative effect on patient

веса, что указывает на изначально негативное влияние избыточного веса на удовлетворенность пациенток после реконструкции. Важным критерием также является стаж хирурга, коморбидность, наличие послеоперационной лучевой терапии в анамнезе и стадия заболевания до операции. Итоговое значение ROC-AUC составило 0,7, что является приемлемым для разрабатываемых диагностических систем на промежуточном этапе разработки.

**Выводы.** Полученные метрики точности системы второго мнения для прогнозирования удовлетворительности эстетическим результатом после реконструкции при раке молочной железы являются многообещающими, учитывая очевидность имеющихся ограничений и способов их нивелирования с целью возможности включения иных показателей в прогностическую модель и воспроизводимости метрик точности при внешнем тестировании.

**Ключевые слова:** рак молочной железы; реконструкция; удовлетворенность; искусственный интеллект

**Для цитирования:** Топузов Э.Э., Скворцов В.А., Орлова Р.В., Талышинский А.Э. Прогнозирование удовлетворительности эстетическим результатом после реконструкции при раке молочной железы с помощью машинного обучения: промежуточные результаты. *Вопросы онкологии*. 2025; 71(3): 516-522.-DOI: 10.37469/0507-3758-2025-71-3-OF-2317

✉ Контакты: Скворцов Виталий Александрович, viskvorcov@yandex.ru

satisfaction after reconstruction. The surgeon's experience, comorbidities, postoperative LT and preoperative disease stage were also important factors. The final ROC-AUC value was 0.7, which is acceptable for diagnostic systems under development at an intermediate stage.

**Conclusion.** The performance metrics obtained from the second opinion system for predicting satisfaction with the aesthetic outcome of breast cancer reconstruction are promising. This is despite the obvious limitations and approaches to leveling them so that other inputs can be included in the prognostic model, and so that the accuracy metrics can be reproduced in external testing.

**Keywords:** breast cancer; reconstruction; satisfaction; AI

**For Citation:** Eldar E. Topuzov, Vitaly A. Skvortsov, Rashida V. Orlova, Ali E. Talyshinski. Predicting satisfaction with the aesthetic outcome after breast cancer reconstruction using machine learning: Preliminary results. *Voprosy Onkologii = Problems in Oncology*. 2025; 71(3): 516-522.-DOI: 10.37469/0507-3758-2025-71-3-OF-2317

## Введение

В России, по данным на 2023 год, рак молочной железы (РМЖ) продолжает занимать лидирующее место (19,1%) среди злокачественных новообразований среди населения [1]. Несмотря на деэскалацию в хирургическом лечении РМЖ от радикальных мастэктомий в сторону органосохранного лечения, мастэктомия продолжает оставаться одной из приоритетных операций среди специалистов. В связи с тем, что около 29 % случаев приходится на молодой возраст (30–59 лет), увеличивается роль реконструктивно-пластических операций [2]. Активное внедрение реконструктивно-пластической хирургии в онкологическую практику, создание доступных баз для обучения реконструктивных хирургов и широкая доступность имплантатов на российском рынке привели к росту числа реконструктивных операций в последние годы [3]. Удовлетворенность результатом реконструктивной операции становится одним из основных индикаторов успешности вмешательства и определяет степень интеграции пациентки в социальную и профессиональную жизнь. Несмотря на достижения реконструктивно-восстановительной хирургии, удовлетворенность пациенток остается многофакторной и зависит от различных клиничко-анамнестических признаков [4].

Искусственный интеллект (ИИ) является неотъемлемой частью современного видения цифрового развития здравоохранения [5]. Благодаря возможности быстрой обработки больших данных, изначально требующих от специалистов значимого количества времени для их анализа и выстраивания причинно-следственных связей,

данное направление становится все более популярным в построении прогностических моделей вне зависимости от типа вводных данных и позволяет выявить скрытые закономерности среди последних [6]. Подобные характеристики способны значительно повысить качество прогнозирования эстетической удовлетворенности пациенток и оптимизировать их предоперационное консультирование. Несмотря на перспективность применения ИИ в этой области, в отечественной литературе отсутствуют работы по изучению достоверности данной гипотезы и имеющиеся перспективы ИИ основаны на малочисленных зарубежных публикациях. Таким образом, проведенное исследование направлено на разработку модели предсказания эстетической удовлетворенности пациенток после реконструкции молочной железы с использованием методов машинного обучения на основе клиничко-анамнестических данных.

## Материалы и методы

Ретроспективно в период с 2015 по 2024 гг. на базе СПб ГБУЗ «Городской клинический онкологический диспансер» была собрана информация в отношении 333 пациенток, прошедших комплексное лечение по поводу РМЖ, в процессе которого они получили одномоментную или отсроченную реконструкцию молочной железы.

В качестве прогностических параметров использовались клиничко-анамнестические данные, распределенные по типу переменных, а именно: категориальные (наличие коморбидности, проведение лучевой терапии (ЛТ) или неоадьювантной химиотерапии (НАХТ) до операции, стадия

заболевания до операции) и численные (возраст, начальный вес, вес непосредственно перед последующими этапами операций, объем груди, стаж хирурга, *pinch*-тест, срок после НАХТ и ЛТ). Целевой прогнозируемой переменной являлась удовлетворенность пациенток, которая оценивалась по 10-балльной шкале. Для удобства дальнейшего анализа и применения нейросетевых классификаторов оценки были переведены в бинарный вид: менее 8 баллов (низкая удовлетворенность) и 8–10 баллов (высокая удовлетворенность). Для построения прогностической модели проводилось сравнение пяти различных алгоритмов машинного обучения: метода опорных векторов (Support Vector Machine, SVM), метода k-ближайших соседей (K-Nearest Neighbors, KNN), логистической регрессии (Logistic Regression, LR), XGBoost, дерева решений (Decision Trees, DT).

Для обеспечения надежности полученных результатов была проведена пятикратная кросс-валидация. Это позволяет избежать переобучения модели и дает более стабильную оценку ее производительности. Для балансировки данных использовались методы синтетического увеличения выборки для уменьшения дисбаланса между классами, что позволяет улучшить качество предсказания. Для анализа результатов классификации использовались следующие метрики:

точность, F-мера, *precision*, чувствительность, специфичность, площадь под характеристической кривой (ROC-AUC).

Описательная статистика проводилась с помощью ПО SPSS 26.0. Распределение данных оценивалось с помощью теста Колмогорова — Смирнова. В зависимости от последнего, центральная тенденция непрерывных данных представлялись в виде средней и медианы, в то время как меры вариативности — в виде стандартного отклонения или *min-max*-диапазона.

## Результаты

Данные пациенток представлены в табл. 1. Итоговые значения кросс-валидации изучаемых классификаторов — в табл. 2. Результаты исследования показали, что модель логистической регрессии продемонстрировала наилучшие показатели по всем ключевым метрикам, включая чувствительность (0,84) и точность (0,73).

Анализ весов модели логистической регрессии позволил выявить влияние различных факторов на уровень удовлетворенности (табл. 3). Наиболее значимым оказался фактор итогового веса перед операцией среди перенесших НАХТ и ЛТ пациенток, что подтверждает положительный эффект данного показателя (6,9917). Противоположные результаты получены для началь-

Таблица 1. Данные пациенток

| Количество                          | 333   |
|-------------------------------------|---|
| Возраст                             | 48,6 ± 9  |
| Индекс массы тела до лечения        | 27,4 ± 3,9  |
| Рост                                | 164,7 ± 8,6   |
| Вес непосредственно перед операцией | 72,3 ± 12,5   |
| Стаж хирурга                        | 7,4 ± 2,7   |
| Стадия до лечения                   | I — 84<br>IIa — 109<br>IIb — 77<br>IIIa — 36<br>IIIb — 26<br>IIIc — 1                   |
| Пинч-тест                           | 4 — 4<br>5 — 55<br>6 — 38<br>7 — 37<br>8 — 41<br>9 — 16<br>10 — 38<br>11 — 6<br>12 — 21 |
| Факторы риска                       | Да — 74<br>Нет — 259  |
| ХТ до лечения                       | Да — 90<br>Нет — 243  |
| ЛТ после операции                   | Да — 151<br>Нет — 182   |
| Объем груди                         | 441 ± 100,1   |
| Вес до операции                     | 72,5 ± 12,6   |

Table 1. Patients' demographics

| Quantity, n                      | 333   |
|----------------------------------|---|
| Age                              | 48.6 ± 9  |
| Body mass index before treatment | 27.4 ± 3.9  |
| Height                           | 164.7 ± 8.6   |
| Weight before surgery            | 72.3 ± 12.5   |
| Surgical experience              | 7.4 ± 2.7   |
| Pre-treatment stage              | I — 84<br>IIa — 109<br>IIb — 77<br>IIIa — 36<br>IIIb — 26<br>IIIc — 1                   |
| Pinch-test                       | 4 — 4<br>5 — 55<br>6 — 38<br>7 — 37<br>8 — 41<br>9 — 16<br>10 — 38<br>11 — 6<br>12 — 21 |
| Risk factors                     | Yes — 74<br>No — 259  |
| Neoadjuvant chemotherapy         | Yes — 90<br>No — 243  |
| Radiation therapy after surgery  | Yes — 151<br>No — 182   |
| Breast volume                    | 441 ± 100.1   |
| Weight before surgery            | 72.5 ± 12.6   |

**Таблица 2. Наборы метрик для каждой модели**

|         | Чувствительность | Специфичность | Достоверность | Точность | F-мера |
|---------|------------------|---------------|---------------|----------|--------|
| SVM     | 0,75             | 0,33          | 0,6           | 0,67     | 0,71   |
| KNN     | 0,75             | 0,58          | 0,69          | 0,76     | 0,76   |
| LR      | 0,84             | 0,53          | 0,73          | 0,76     | 0,8    |
| XGBoost | 0,89             | 0,39          | 0,71          | 0,72     | 0,8    |
| DT      | 0,73             | 0,56          | 0,67          | 0,74     | 0,74   |

**Table 2. Performance metrics for each model**

|         | Sensitivity | Specificity | Accuracy | Precision | the Measure formula |
|---------|-------------|-------------|----------|-----------|---------------------|
| SVM     | 0.75        | 0.33        | 0.6      | 0.67      | 0.71                |
| KNN     | 0.75        | 0.58        | 0.69     | 0.76      | 0.76                |
| LR      | 0.84        | 0.53        | 0.73     | 0.76      | 0.8                 |
| XGBoost | 0.89        | 0.39        | 0.71     | 0.72      | 0.8                 |
| DT      | 0.73        | 0.56        | 0.67     | 0.74      | 0.74                |

**Таблица 3. Значение весов вводных данных в итоговой модели**

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| Вес непосредственно перед операцией | 6,9917  |
| Стаж хирурга                        | 1,9538  |
| Стадия до лечения IIIA              | 1,6727  |
| Стадия до лечения IIIB              | 1,3162  |
| Пинч-тест                           | 0,3520  |
| Стадия до лечения I                 | -0,1712 |
| Факторы риска                       | -0,4935 |
| ХТ до лечения                       | -0,6244 |
| Возраст                             | -1,5178 |
| ЛТ после операции                   | -1,5260 |
| Время после ЛТ                      | -2,1732 |
| Объем груди                         | -4,8670 |
| Вес до операции                     | -5,3192 |

**Table 3. Inputs weight for the final model**

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| Weight before surgery           | 6.9917  |
| Surgical experience             | 1.9538  |
| Pre-treatment stage IIIA        | 1.6727  |
| Pre-treatment stage IIIB        | 1.3162  |
| Pinch-test                      | 0.3520  |
| Pre-treatment stage I           | -0.1712 |
| Risk factors                    | -0.4935 |
| Neoadjuvant chemotherapy        | -0.6244 |
| Age                             | -1.5178 |
| Radiation therapy after surgery | -1.5260 |
| Time after radiation therapy    | -2.1732 |
| Breast volume                   | -4.8670 |
| Weight before surgery           | -5.3192 |

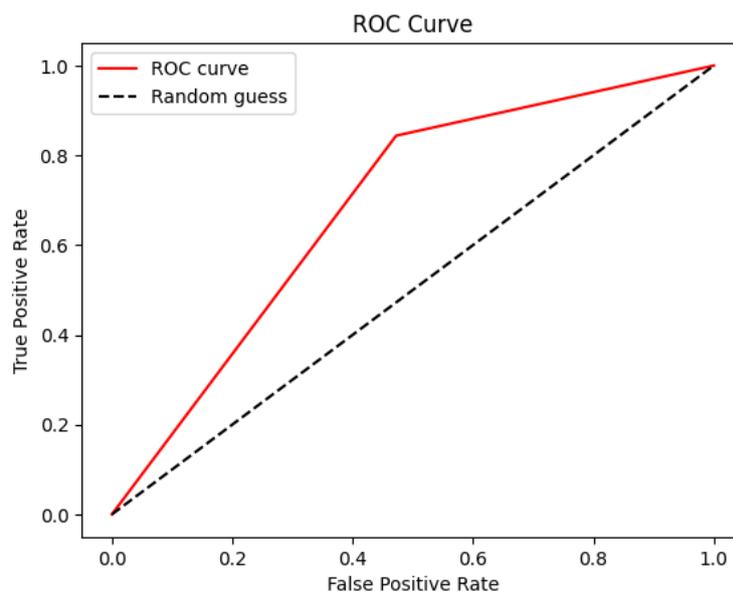


Рис. Характеристическая кривая для итоговой модели  
Fig. ROC-AUC for the final model

ного веса ( $-5,3192$ ), что указывает изначально негативное влияние избыточного веса на удовлетворенность пациенток после реконструкции. Это заключение косвенно подтверждается обратным влиянием объема груди ( $-4,8670$ ). Важным показателем также является стаж хирурга ( $1,9538$ ). В то же время наличие факторов риска ( $-0,4935$ ) и ЛТ после операции ( $-1,5260$ ) оказали отрицательное влияние на удовлетворенность, что может быть связано с ухудшением заживления и развивающимися постлучевыми изменениями при реконструкции. Интересным является положительный вес IIIa стадии до операции по сравнению с I стадией ( $1,6727$  против  $0,1712$ ), что указывает на более высокие ожидания от одномоментной реконструкции среди пациенток с начальной стадией и необходимость их более тщательного консультирования. Итоговое значение ROC-AUC составило  $0,7$ , что является приемлемым для разрабатываемых диагностических систем на промежуточном этапе создания (рисунков).

### Обсуждение

В настоящее время имеется достаточное количество публикаций для подтверждения перспектив применения ИИ в различных аспектах введения и лечения пациенток с раком молочной железы и последующей реконструкцией [7]. Прогнозирование послеоперационной эстетической удовлетворенности пациенток не является исключением и также изучено в некоторых работах, однако одной группой авторов. Так, Pfof A. и соавт. [8] сравнили несколько классификаторов для прогнозирования удовлетворенности после реконструкции молочной железы с использованием данных 1553 пациенток и опросника BREAST-Q. Согласно результатам, наилучшее значение ROC-AUC варьировало в диапазоне  $0,84-0,87$  и достигнуто при использовании логистической регрессии. Примечательно, что тот же классификатор продемонстрировал лучшие метрики точности и в нашей работе. Таким образом, учитывая мировые тренды цифровизации здравоохранения и разработки систем второго мнения в различных ее отраслях, данное исследование является важным для популяризации подобных решений на территории Российской Федерации, а также совершенствования консультирования и ведения пациенток перед реконструкцией молочной железы на этапе комплексного лечения РМЖ. Несмотря на промежуточный этап исследования и первичное ознакомление аудитории с перспективами применения ИИ в данном аспекте, модель логистической регрессии не только показала высокую эффективность в

предсказании общей удовлетворенности, но и предоставила ценные данные о клинико-анамнестических факторах, влияющих на этот показатель. Так, повышение начального веса пациенток приводило к понижению эстетической удовлетворенности, что соответствует догме восприятия данного показателя в качестве фактора риска ассоциированных осложнений [9]. С другой стороны, среди пациенток, перенесших НАХТ и ЛТ, повышение веса непосредственно перед реконструкцией наоборот ассоциировалось с большей удовлетворенностью. Примечательно, что вес являлся более весомым предиктором по сравнению с индексом массы тела (ИМТ), тенденция веса которого склонялась к нулевому значению так же, как и для роста пациенток, в связи с чем отсутствуют данные в итоговой табл. 3. На этапе промежуточной разработки прогностической модели достигнуто значение ROC-AUC  $0,7$ , что несомненно является многообещающим, учитывая получение метрик точности на промежуточном этапе разработки системы второго мнения, а также в связи с очевидностью недостатков исследования и способов их нивелирования [10]. Проведенный анализ открывает новые горизонты для дальнейших исследований в области машинного обучения и медицины, направленных на улучшение качества жизни женщин после онкологических заболеваний.

Несмотря на оптимистичные результаты, необходимо отметить имеющиеся в работе недостатки. Исследование проводилось в одном медицинском учреждении, что ограничивает репрезентативность выборки и воспроизводимость получаемых результатов при внешнем тестировании [11]. Разные клиники могут иметь собственные подходы к лечению, уровень квалификации врачей и условия оказания медицинской помощи, что в свою очередь может существенно влиять на эстетическую удовлетворенность пациенток. Помимо этого, доказанным является влияние различных методик на эстетичность и восприятие больными результатов [12]. Уточнение методики реконструкции в качестве вводного показателя для обучения нейросети отсутствует в связи с высокой несбалансированностью выборки и значимым преобладанием некоторых методик, что требует продолжения сбора данных для уменьшения значимости данной характеристики датасета и в последующем повышения эффективности методов коррекции упомянутого дисбаланса [13]. На первый взгляд очевидное увеличение метрик точности при включении данного показателя является лишь гипотезой в связи с весомым различием между ИИ и общепринятыми статистическими тестами. Гипотеза должна быть проверена отдельно,

чему будет посвящено одно из наших будущих исследований.

Важным в разработке систем второго мнения с помощью ИИ также является использование универсального датасета без преобладания какого-либо класса в используемых признаках. В данной работе практически все пациентки принадлежат одной этнической группе, и внешнее тестирование нейросети в других странах может привести к неожиданному снижению метрик точности, что не является уникальной ситуацией для применения ИИ в описанной в исследовании задаче и характеризует ситуацию в целом [14].

Помимо этого, эстетическая удовлетворенность пациенток является обобщающим исходом и содержит в себе различные подгруппы ощущений, относящиеся как к физическому, так и к психическому благополучию. Необходимо стратифицировать прогнозируемые исходы для конкретизации эффекта различных вводных данных и обеспечения персонализированного подхода, что реализовано в одной тематической работе [15].

Наконец, использование моделей ИИ не позволяет проводить прямые причинно-следственные связи между входными данными и прогнозируемым событием, что ограничивает интерпретируемость систем второго мнения на основе ИИ. Данный недостаток не является специфичным для представленного исследования и характеризует отрасль ИИ в целом [16].

### Заключение

Полученные метрики точности системы второго мнения для прогнозирования удовлетворительности эстетическим результатом после реконструкции при раке молочной железы являются многообещающими, учитывая очевидность имеющихся ограничений и способов их нивелирования с целью возможности включения иных показателей в прогностическую модель и воспроизводимости метрик точности при внешнем тестировании.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

#### Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией ВМА в редакции 2013 г. Все пациенты подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

#### Compliance with patient rights and principles of bioethics

All procedures were performed in accordance with the ethical standards of the Declaration of Helsinki (2013). All patients gave written informed consent to participate in the study.

#### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

#### Funding

The work was performed without external funding.

#### Участие авторов

Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

#### Authors' contributions

All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published.

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Семиглазов В.Ф., Мерабишвили В.М., Семиглазов В.В., et al. Эпидемиология и скрининг рака молочной железы. *Вопросы онкологии*. 2017; 63(3): 375-84.-DOI: 10.37469/0507-3758-2017-63-3-375-384. [Semiglazov V.F., Merabishvili V.M., Semiglazov V.V., et al. Epidemiology and screening of breast cancer. *Voprosy Onkologii = Problems in Oncology*. 2017; 63(3): 375-84.-DOI: 10.37469/0507-3758-2017-63-3-375-384 (In Rus)].
2. Бересток Т.С., Закиряходжаев А.Д., Ермошченкова М.В., et al. Осложнения после одномоментной и двухэтапной реконструкции имплантатами у больных раком молочной железы при проведении комбинированного/комплексного лечения. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2023; 12(3): 54-61.-DOI: 10.17116/onkolog20231203154. [Berestok T.S., Zakiryakhodzaev A.D., Ermoshchenkova M.V., et al. Complications after single-stage and two-stage implant reconstruction in breast cancer patients during combined/complex treatment. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2023; 12(3): 54-61.-DOI: 10.17116/onkolog20231203154 (In Rus)].
3. Nair A.G., Giannakeas V., Semple J.L., et al. Contemporary Trends in Breast Reconstruction Use and Impact on Survival Among Women with Inflammatory Breast Cancer. *Ann Surg Oncol*. 2022; 29(13): 8072–8082.-DOI: 10.1245/s10434-022-12408-0.
4. Kim M., Vingan P., Boe L.A., et al. Satisfaction with breasts following autologous reconstruction: assessing associated factors and the impact of revisions. *Plast Reconstr Surg*. 2025; 155(2): 235-244.-DOI: 10.1097/PRS.00000000000011571.
5. Bajwa J., Munir U., Nori A., Williams B. Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. *Futur Healthc J*. 2021; 8(2): e188–e194.-DOI: 10.7861/fhj.2021-0095.
6. Mahesh N., Devishamani C.S., Raghu K., et al. Advancing healthcare: the role and impact of AI and foundation models. *Am J Transl Res*. 2024; 16(6): 2166-2179.-DOI: 10.62347/WQWV9220.
7. Maita K.C., Avila F.R., Torres-Guzman R.A., et al. The usefulness of artificial intelligence in breast reconstruction: a systematic review. *Breast Cancer*. 2024; 31(4): 562–571.-DOI: 10.1007/s12282-024-01582-6.
8. Pfof A., Mehrara B.J., Nelson J.A., et al. Machine learning to predict individual patient-reported outcomes at 2-year follow-up for women undergoing cancer-related mastectomy and breast reconstruction (INSPiRED-001). *Breast*. 2021; 60: 111–122.-DOI: 10.1016/j.breast.2021.09.009.
9. Srinivasa D.R., Clemens M.W., Qi J., et al. Obesity and Breast Reconstruction: Complications and Patient-Report-

- ed Outcomes in a Multicenter, Prospective Study. *Plast Reconstr Surg.* 2020; 145(3): 481E-490E.-DOI: 10.1097/PRS.0000000000006543.
10. Mandrekar J.N. Receiver Operating Characteristic Curve in Diagnostic Test Assessment. *J Thorac Oncol.* 2010; 5(9): 1315–1316.-DOI: 10.1097/JTO.0b013e3181ec173d.
  11. Haibe-Kains B., Adam G.A., Hosny A., et al. Transparency and reproducibility in artificial intelligence. *Nature.* 2020;586(7829):E14. DOI: 10.1038/s41586-020-2766-y.
  12. Sungkar A., Yarso K.Y., Nugroho D.F., et al. Patients' satisfaction after breast reconstruction surgery using autologous versus implants: a meta-analysis. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2024; 25(4): 1205–1212.-DOI: 10.31557/APJCP.2024.25.4.1205.
  13. Gurcan F., Soyly A. Learning from imbalanced data: integration of advanced resampling techniques and machine learning models for enhanced cancer diagnosis and prognosis. *Cancers (Basel).* 2024; 16(19): 3417.-DOI: 10.3390/cancers16193417.
  14. Noseworthy P.A., Attia Z.I., Brewer L.P.C., et al. Assessing and mitigating bias in medical artificial intelligence: the effects of race and ethnicity on a deep learning model for ECG analysis. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2020; 13(3): e007988.-DOI: 10.1161/CIRCEP.119.007988.
  15. Xu C., Pfob A., Mehrara B.J., et al. Enhanced surgical decision-making tools in breast cancer: predicting 2-year postoperative physical, sexual, and psychosocial well-being following mastectomy and breast reconstruction (INSPIRED 004). *Ann Surg Oncol.* 2023; 30(12): 7046–7059.-DOI: 10.1245/s10434-023-13971-w.
  16. Poon A.I.F., Sung J.J.Y. Opening the black box of AI-medicine. *J Gastroenterol Hepatol.* 2021; 36(3): 581–584.-DOI: 10.1111/jgh.15384.

Поступила в редакцию / Received / 03.03.2025

Прошла рецензирование / Reviewed / 20.03.2025

Принята к печати / Accepted for publication / 21.03.2025

### Сведения об авторах / Author Information / ORCID

Эльдар Эскендерович Топуззов / Eldar E. Topuzov / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1700-1128>; eLibrary SPIN: 1065-4191; Researcher ID (WOS): O-9523-2015; Author ID (Scopus): 6701351647.

Виталий Александрович Скворцов / Vitaly A. Skvortsov / ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3366-4708>; Researcher ID (WOS): MFI-4927-2025.

Рашида Вахидовна Орлова / Rashida V. Orlova / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4447-9458>; eLibrary SPIN: 9932-6170; Researcher ID (WOS): M-3681-2015; Author ID (Scopus): 22836067900.

Али Эльманович Талышинский / Ali E. Talyshinskii / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3521-8937>; eLibrary SPIN: 7747-0117; Researcher ID (WOS): AFQ-8161-2022; Author ID (Scopus): 57216868363.

