

УДК 616.314-073.75

DOI 10.24412/2312-2935-2025-4-509-519

ОЦЕНКА КОМПЕТЕНЦИИ РЕНТГЕНЛАБОРАНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Федоренко

Академия постдипломного образования федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи Федерального медико-биологического агентства» (ФГБУ ФНКЦ ФМБА России), г. Москва

Введение. Качество выполнения рентгенологических исследований челюстно-лицевой области напрямую зависит от компетенции рентгенлаборантов, их навыков позиционирования пациентов, оценки качества полученного исследования, а так же сохранения и передачи медицинских данных.

Цель. Оценить уровень профессиональной компетенции рентгенлаборантов при выполнении рентгенологических исследований челюстно-лицевой области и выявить взаимосвязь между качеством выполнения исследований со стажем, полом, регионом и типом медицинской организации.

Материалы и методы. Проведено тестирование 87 рентгенлаборантов (12 мужчин, 75 женщин) с использованием 9 тестовых вопросов, охватывающих оценку качества выполненного исследований, знание стандартов позиционирования пациентов и порядка передачи медицинских данных. Статистическая обработка включала расчет средних значений, коэффициента корреляции Пирсона, критерия χ^2 и p-value.

Результаты. Средний балл составил 6,04 из 9. Наибольшая корреляция результатов с опытом работы ($R=0,46$; $p<0,0001$). Женщины показали более высокие результаты ($p=0,0294$). Различия по региону и типу организации находились на границе значимости ($p\approx 0,05$). Наибольшее количество ошибок выявлено в вопросах, касающихся определения качества полученного исследования (до 52% ошибок).

Заключение. Оценка компетенции рентгенлаборантов при исследованиях челюстно-лицевой области показала низкий уровень правильных ответов по ряду ключевых вопросов, что может снижать качество первичной диагностики стоматологического лечения. Наиболее сложными оказалась задача по выявлению артефактов движения при оценке качества снимков. Рекомендуется целевое обучение с акцентом на данные навыки, особенно для специалистов с небольшим стажем работы.

Ключевые слова: стоматология, рентгенология, челюстно-лицевая область, артефакты, качество изображения, компетенции, конусно-лучевая томография, ортопантомография

ASSESSMENT OF RADIOGRAPHERS' COMPETENCE IN PERFORMING MAXILLOFACIAL RADIOLOGICAL EXAMINATIONS

E.A. Fedorenko

Academy of Postgraduate Education, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care of the Federal Medical-Biological Agency of Russia" (FSBI FNCC FMBA of Russia), Moscow, Russia

Introduction. The quality of maxillofacial radiological examinations directly depends on radiographers' competence, including skills in patient positioning, evaluation of image quality, as well as the preservation and transfer of medical data.

Objective. To assess the professional competence of radiographers in performing maxillofacial radiological examinations and to identify the relationship between examination quality and work experience, sex, region, and type of medical organization.

Materials and Methods. A total of 87 radiographers (12 men, 75 women) completed a nine-item test covering assessment of image quality, knowledge of patient-positioning standards, and procedures for transferring medical data. Statistical analysis included calculation of means, Pearson's correlation coefficient, the χ^2 test, and p-values.

Results. The mean score was 6.04 out of 9. The strongest correlation was with years of experience ($R = 0.46$; $p < 0.0001$). Women achieved higher scores ($p = 0.0294$). Differences by region and organization type were at the threshold of significance ($p \approx 0.05$). The highest error rates were observed in questions related to determining the quality of the obtained images (up to 52% incorrect responses).

Conclusion. The assessment of radiographers' competence in maxillofacial examinations revealed low rates of correct answers in several key areas, which may reduce the quality of primary dental diagnostics. The most challenging task was detecting motion artefacts when evaluating image quality. Targeted training focused on these skills is recommended, especially for specialists with limited work experience.

Keywords: dentistry; radiology; maxillofacial area; artefacts; image quality; competencies; cone-beam computed tomography (CBCT); orthopantomography (OPG)

Введение. Рентгенологические исследования являются неотъемлемой частью стоматологической диагностики и планирования лечения, при этом именно на долю стоматологических рентгенограмм приходится значительная часть общего объёма радиологических процедур в амбулаторной и стационарной практике [1]. Высокая востребованность методов визуализации в стоматологии объясняется необходимостью получения детализированных данных о твёрдых тканях зубов, альвеолярных отростках, челюстях и околоносовых пазухах, что особенно актуально в эндодонтии, ортодонтии, имплантологии и хирургии [2, 3].

Ключевым условием успешного применения рентгенологических методов является высокое качество получаемого изображения. Недостаточная чёткость, наличие артефактов или

ошибки позиционирования пациента могут существенно снизить диагностическую ценность снимка и привести к постановке некорректного диагноза [4]. Стоматологическая радиология особенно чувствительна к качеству изображения, так как даже малозаметные детали — например, периапикальные изменения или трещины корня зуба — могут иметь критическое значение для выбора тактики лечения [5].

Низкое качество рентгеновских снимков зачастую приводит к необходимости повторных исследований. Это, в свою очередь, увеличивает суммарную лучевую нагрузку на пациента, повышает риск радиационно-индуцированных эффектов и удлинняет время приёма. Повторные исследования также увеличивают нагрузку на персонал и оборудование, снижая общую эффективность работы отделения и создавая предпосылки для организационных задержек [6].

Цель. Оценить уровень профессиональной компетенции рентгенлаборантов при выполнении рентгенологических исследований челюстно-лицевой области и выявить взаимосвязь между качеством выполнения исследований со стажем, полом, регионом и типом медицинской организации.

Материалы и методы. Одномоментное (поперечное) наблюдательное исследование с использованием стандартизированного теста из 9 вопросов для оценки профессиональной компетенции рентгенлаборантов при выполнении рентгенологических исследований челюстно-лицевой области (ЧЛО). Вопросы включали в себя реформаты изображения конусно-лучевых (КЛКТ) исследований, ортопантограм (ОПТГ), а также фотографию позиционирования пациента.

Участники и условия. Набор респондентов проводился по принципу выборки среди действующих специалистов – рентгенлаборантов, проходящих либо ранее проходивших обучение по повышению квалификации на базе Федерального научно-клинического центра специализированных видов медицинской помощи Федерального медико-биологического агентства (ФГБУ ФНКЦ ФМБА России) г. Москвы. Всего было предложено пройти опрос 137 респондентам. Из них в исследование включены 87 рентгенлаборантов. По полу: мужчины – 12, женщины – 75. По региону: Москва – 46, остальные регионы – 41. По типу медицинской организации: амбулаторно-поликлинические учреждения (АПУ) – 63, стационары – 24. Показатель стажа (лет) — количественный.

Критерии включения:

- действующая работа рентгенлаборантом;

- выполнение исследований челюстно-лицевой области (ЧЛО) в рутинной практике;
- согласие на участие и заполнение анкеты/теста полностью.

Критерии исключения:

- неполное заполнение анкеты/теста;
- отсутствие практики по ЧЛО.

Тест включал 9 вопросов (бинарная шкала «верно/неверно»), отражающих ключевые компоненты компетенции при исследованиях ЧЛО:

1-3 распознавание артефактов движения на реформатах КЛКТ;

4 знание принципов позиционирования при проведении ОПТГ;

5-7 оценка качества исследования по полученным изображениям ОПТГ;

8 последовательность отправки КЛКТ-исследования по e-mail;

9 знание форматов медицинской визуализации.

Каждый правильный ответ оценивался в 1 балл, неправильный – в 0 баллов. Итоговый балл рассчитывался как сумма баллов по 9 вопросам (диапазон 0-9).

Переменные и кодировка.

Зависимая переменная: итоговый балл теста (0-9); дополнительно – доля правильных ответов по каждому из 9 вопросов (в %)

Независимые переменные:

- стаж (лет), количественная;
- пол, категориальная «м», «ж» (для корреляционного анализа кодировалась как 1 - мужчины, 2 - женщины);
- регион (1 - Москва, 2 - остальные регионы)
- тип организации (1 - АПУ, 2 - стационар).

Ответы по вопросам: бинарные столбцы «1 вопрос» ... «9 вопрос», где 1 - верно, 0 - неверно.

Качество данных: по всем 9 вопросам отсутствуют пропуски (100/100 ответов на каждый вопрос).

Процедура сбора данных. Респондентам предоставлялись единые инструкции и набор изображений/сценариев для ответов. Заполнение анкеты и теста выполнялось самостоятельно, без подсказок. Данные вносились в единую таблицу.

Результаты. Средний результат тестирования составил $6,04 \pm 1,30$ балла из 9 возможных.

Средний процент правильных ответов по всем вопросам – 67,1% (диапазон от 48% до 84% в зависимости от вопроса).

Корреляционный анализ. Наибольшая положительная корреляция итогового балла выявлена со стажем работы ($R=0,460$; $p<0,0001$), что указывает на значительное влияние опыта на качество выполнения заданий. Пол показал статистически значимую, но более слабую корреляцию с результатом ($R=0,218$; $p=0,0294$) — женщины в среднем имели более высокие показатели. Корреляции с регионом ($R=0,196$; $p=0,0501$) и типом организации ($R=0,196$; $p=0,0501$) находились на границе статистической значимости. Таблица 1 Рисунок 1

Таблица 1

Общая статистика, баллы

	<i>Показатель</i>	<i>Значение</i>
1	Средний балл (всего)	6.04
2	Средний стаж (лет)	5.15
3	Корреляция с опытом работы (R)	0.42
4	Значимость связи с опытом (p-value)	0.0001
5	Корреляция с полом (R)	0.253
6	Значимость по полу (p-value)	0.018
7	Корреляция с регионом (Москва/остальные) (R)	0.181
8	Значимость по региону (p-value)	0.0933
9	Корреляция с типом организации (АПУ/стационар)	0.136
10	Значимость по типу организации (p-value)	0.2104

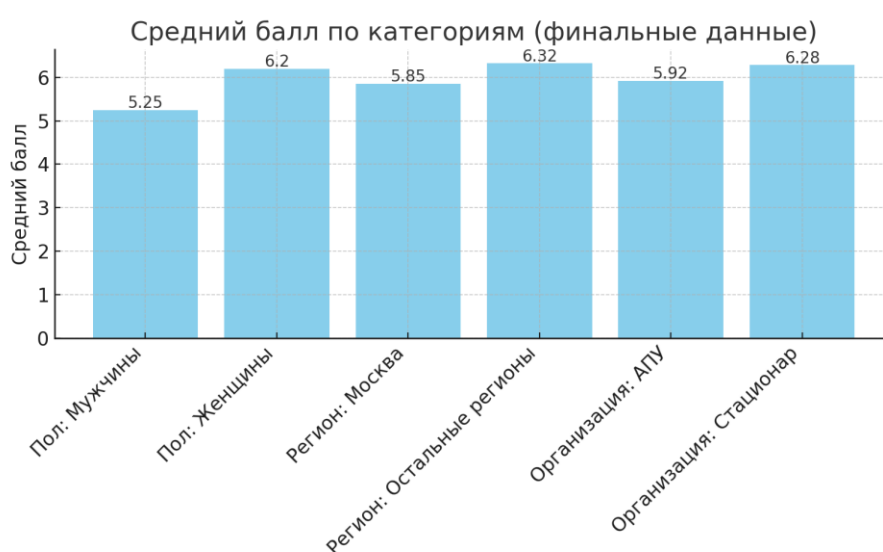


Рисунок 1. Средний балл по категориям, баллы

Сравнение средних значений между группами

- По полу: мужчины — $5,36 \pm 1,22$ балла, женщины — $6,15 \pm 1,28$ балла ($p=0,0294$).
- По региону: Москва — $5,85 \pm 1,34$, остальные регионы — $6,32 \pm 1,19$ ($p \approx 0,0501$).
- По типу организации: АПУ — $5,92 \pm 1,34$, стационар — $6,28 \pm 1,19$ ($p \approx 0,0501$).

Таблица 2 Рисунок 2 Рисунок 3

Таблица 2

Сравнение средних баллов по группам, баллы

	Категория	Средний балл
1	Пол: Мужчины	5.25
2	Пол: Женщины	6.2
3	Регион: Москва	5.85
4	Регион: Остальные регионы	6.32
5	Организация: АПУ	5.92
6	Организация: Стационар	6.28

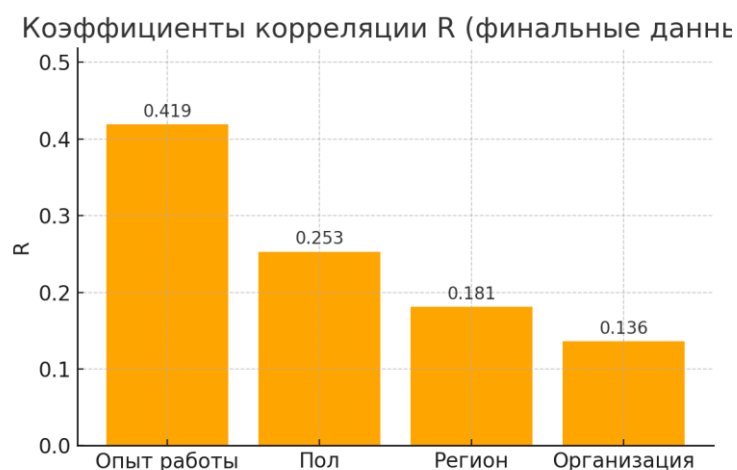


Рисунок 2. Коэффициенты корреляции R, баллы



Рисунок 3. p-value по категориям, числа

Анализ по отдельным вопросам теста.

- Вопросы 1 и 2 (выявление артефактов движения) показали наибольший процент правильных ответов — 81% и 84% соответственно.
- Наиболее проблемными оказались вопрос 3 (определение артефакта в сложных условиях) — 48% правильных ответов и вопрос 6 (оценка качества исследования) — 51% правильных ответов.
- Вопрос 4 (обязательность проставочной пластины) дал 58% правильных ответов, что также
- Вопросы 7, 8 и 9 показали удовлетворительные результаты (69–76%), но требуют дополнительного внимания в обучении. Таблица 3

Таблица 3

Анализ по каждому вопросу (хи-квадрат), числа

<i>Вопрос</i>	Правильных (%)	Ошибок (%)	χ^2	<i>p-value</i>
Есть ли артефакты от движения пациента во время исследования на данном снимке? (вопрос 1)	81.0	19.0	19.914	1e-05
Есть ли артефакты от движения пациента во время исследования на данном снимке? (вопрос 2)	84.0	16.0	24.627	0.0
Есть ли артефакты от движения пациента во время исследования на данном снимке? (вопрос 3)	48.0	52.0	0.02	0.88751
Обязательно ли выполнять исследование ОПТГ с проставочной пластиной?	58.0	42.0	0.986	0.32065
Оцените качество полученного исследования (пример 1)	65.0	35.0	4.01	0.04522
Оцените качество полученного исследования (пример 2)	51.0	49.0	0.0	1.0
Оцените качество полученного исследования (пример 3)	72.0	28.0	9.269	0.00233
Напишите последовательность действий, для отправки КЛКТ исследования на электронный адрес	76.0	24.0	13.406	0.00025
Формат медицинской визуализации	69.0	31.0	6.723	0.00952

Сравнение долей правильных ответов между вопросами.

Глобальный χ^2 -тест для таблицы 9×2 (вопрос $\times$ правильный/неправильный) показал значимые различия ($\chi^2=58,76$; $p \approx 8,2 \times 10^{-10}$). Это означает, что уровень сложности и корректности выполнения заданий существенно различается в зависимости от темы вопроса.

Обсуждения. Результаты проведённого исследования демонстрируют, что уровень профессиональной компетенции рентгенлаборантов при выполнении рентгенологических исследований челюстно-лицевой области в целом соответствует удовлетворительному уровню, однако имеет выраженную зависимость от стажа работы и отдельных профессиональных навыков. Наибольшая положительная корреляция выявлена между итоговым баллом теста и опытом работы ($R=0,460$; $p<0,0001$), что согласуется с данными зарубежных исследований, указывающих на прямую зависимость качества радиологических процедур от накопленного практического опыта [7].

Выявленные гендерные различия, при которых женщины демонстрировали более высокие результаты ($p=0,0294$), также находят отражение в литературе, где отмечается большая точность и внимательность при визуальной оценке изображений у рентгенлаборантов-женщин, особенно при диагностике артефактов [8]. Однако данный фактор следует рассматривать как дополнительный, не имеющий ключевого значения по сравнению с профессиональной подготовкой и стажем.

Пограничные по значимости различия по региону ($p\approx 0,0501$) и типу медицинской организации ($p\approx 0,0501$) могут быть обусловлены неоднородностью технического оснащения, доступом к современным цифровым технологиям и различиями в стандартах внутреннего обучения. Аналогичные тенденции описаны в исследованиях, посвящённых влиянию инфраструктурных факторов на качество радиологических услуг, где отмечено, что региональные и организационные различия могут нивелироваться при наличии унифицированных протоколов и регулярного повышения квалификации [9]. Анализ отдельных вопросов теста показал, что наибольшие затруднения у респондентов вызывает определение артефактов движения на КЛКТ при адентии у пациента (вопрос 3 — 48% правильных ответов) и оценка качества исследования по предложенному примеру (вопрос 6 — 51% правильных ответов). Подобные результаты согласуются с публикациями, в которых подчёркивается необходимость систематической тренировки зрительного восприятия и навыков визуальной диагностики в рамках подготовки рентгенлаборантов, особенно в стоматологической и челюстно-лицевой рентгенологии, где качество изображения критично для постановки точного диагноза [10, 11].

Выводы. Данное исследование показало, что по ряду ключевых вопросов компетенция рентгенлаборантов при выполнении и оценке исследований челюстно-лицевой области остаётся недостаточной, что может снижать точность диагностики и постановку диагноза. Повышение

качества возможно за счёт целевого обучения, разработку методических рекомендаций, чек-листов, ориентированных на навыки выявления артефактов от движения и правила позиционирования пациентов, особенно у специалистов с небольшим стажем.

Список литературы

1. Ching-Wei Wang, Cheng-Ta Huang, Jia-Hong Lee, et al. A benchmark for comparison of dental radiography analysis algorithms. *Medical Image Analysis*. 2016;31:63-76. doi:10.1016/j.media.2016.02.004
2. Ногина А.Ю. Особенности применения метода конусно-лучевой компьютерной томографии в эндодонтической практике. *Эндодонтия Today*. 2015;13(2):50-54
3. Походенько-Чудакова И.О., Шевела Т.Л. Возможность оценки качества экспериментальной модели дентальной имплантации на основании данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ). *Вятский медицинский вестник*. 2015;4(48):25-28
4. Hellstern F, Geibel MA. Quality assurance in digital dental radiography--justification and dose reduction in dental and maxillofacial radiology. *Int J Comput Dent*. 2012;15(1):35-44. PMID:22930946
5. Юдина Н.А., Пиванкова Н.Н. Диагностическое значение конусно-лучевой компьютерной томографии в эндодонтии. *Современная стоматология*. 2021;3(84):23-26
6. Schüller I.M., Hennig C.L., Buschek R., et al. Radiation Exposure and Frequency of Dental, Bitewing and Occlusal Radiographs in Children and Adolescents. *J Pers Med*. 2023;13(4):692. doi:10.3390/jpm13040692
7. Kjelle E., Chilanga C. The assessment of image quality and diagnostic value in X-ray images: a survey on radiographers' reasons for rejecting images. *Insights Imaging*. 2022;13:36. doi:10.1186/s13244-022-01169-9
8. Alcaide-Leon P., Rawal S., Krings T., et al. Gender Differences in Diagnostic Radiology Practice: An Observational Study. *J Am Coll Radiol*. 2022;19(1 Pt A):90-96. doi:10.1016/j.jacr.2021.09.034. Epub 2021 Nov 9
9. Indian Radiological and Imaging Association. Summary of the Proceedings of Asian Oceanian Radiology Forum 2025: Key Challenges in Radiology Clinical Practice across the Asia-Oceania Region. *Indian J Radiol Imaging*. 2025;35(2):213-217. doi:10.1055/s-0045-1807250

10. Zahran S.S., Alghamdi M.S., Babutain M.M., Khalifa H.M. Visual Behaviour During the Interpretation of Cone-Beam Computed Tomography Images of Traumatic Dental Injuries: an Eye-Tracking Study. *Cureus*. 2024;16(8):e68202. doi:10.7759/cureus.68202

11. Stheeman S.E., Mileman P.A., M van' t Hof, P F van der Stelt. Room for improvement? The accuracy of dental practitioners who diagnose bony pathoses with radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996;81(2):251-254. doi:10.1016/S1079-2104(96)80425-2

References

1. Ching-Wei Wang, Cheng-Ta Huang, Jia-Hong Lee, et al. A benchmark for comparison of dental radiography analysis algorithms. *Medical Image Analysis*. 2016;31:63-76. doi:10.1016/j.media.2016.02.004

2. Nogina A.Y. Osobennosti primeneniya metoda konusno-luchevoi komp'yuternoi tomografii v endodonticheskoi praktike [Features of the use of cone-beam computed tomography in endodontic practice]. *Endodontiya Today [Endodontics Today]*. 2015;13(2):50-54 (In Russian)

3. Pohodenko-Chudakova I.O., Shevela T.L. Vozmozhnost' otsenki kachestva eksperimental'noi modeli dental'noi implantatsii na osnovanii dannykh konusno-luchevoi komp'yuternoi tomografii (KLKT) [Possibility of assessing the quality of an experimental model of dental implantation based on CBCT data]. *Vyatskii Meditsinskii Vestnik [Vyatsky Medical Bulletin]*. 2015;4(48):25-28 (In Russian)

4. Hellstern F, Geibel M.A. Quality assurance in digital dental radiography--justification and dose reduction in dental and maxillofacial radiology. *Int J Comput Dent*. 2012;15(1):35-44. PMID:22930946

5. Yudina N.A., Pivankova N.N. Diagnosticheskoe znachenie konusno-luchevoi komp'yuternoi tomografii v endodontii [Diagnostic value of cone-beam computed tomography in endodontics]. *Sovremennaya Stomatologiya [Modern Dentistry]*. 2021;3(84):23-26. (In Russian)

6. Schüler I.M., Hennig C.L., Buschek R., et al. Radiation Exposure and Frequency of Dental, Bitewing and Occlusal Radiographs in Children and Adolescents. *J Pers Med*. 2023;13(4):692. doi:10.3390/jpm13040692

7. Kjelle E., Chilanga C. The assessment of image quality and diagnostic value in X-ray images: a survey on radiographers' reasons for rejecting images. *Insights Imaging*. 2022;13:36. doi:10.1186/s13244-022-01169-9

8. Alcaide-Leon P., Rawal S., Krings T., et al. Gender Differences in Diagnostic Radiology Practice: An Observational Study. J Am Coll Radiol. 2022;19(1 Pt A):90-96. doi:10.1016/j.jacr.2021.09.034. Epub 2021 Nov 9
9. Indian Radiological and Imaging Association. Summary of the Proceedings of Asian Oceanian Radiology Forum 2025: Key Challenges in Radiology Clinical Practice across the Asia-Oceania Region. Indian J Radiol Imaging. 2025;35(2):213-217. doi:10.1055/s-0045-1807250
10. Zahran S.S., Alghamdi M.S., Babutain M.M., Khalifa H.M. Visual Behaviour During the Interpretation of Cone-Beam Computed Tomography Images of Traumatic Dental Injuries: an Eye-Tracking Study. Cureus. 2024;16(8):e68202. doi:10.7759/cureus.68202
11. Stheeman S.E., Mileman P.A., M van' t Hof, P F van der Stelt. Room for improvement? The accuracy of dental practitioners who diagnose bony pathoses with radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1996;81(2):251-254. doi:10.1016/S1079-2104(96)80425-2

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Acknowledgments. The study did not have sponsorship.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Федоренко Евгений Анатольевич – аспирант 3-го года кафедры «Инновационного медицинского менеджмента и общественного здравоохранения», Академия постдипломного образования федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи Федерального медико-биологического агентства» (ФГБУ ФНКЦ ФМБА России), 125371, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, 91, e-mail: 89261833554@mail.ru, SPIN: , ORCID: 0009-0001-4432-2648

Information about the authors

Fedorenko Evgenii – 3-year postgraduate student of the Department of Innovative Medical Management and Public Health at the Academy of Postgraduate Education, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care of the Federal Medical and Biological Agency of Russia" (FSBI FNCC FMBA of Russia), 91, Volokolamskoye Highway, Moscow, 125371, Russia, e-mail: 89261833554@mail.ru, SPIN: , ORCID: 0009-0001-4432-2648

Статья получена: 10.09.2025 г.
Принята к публикации: 27.11.2025 г.