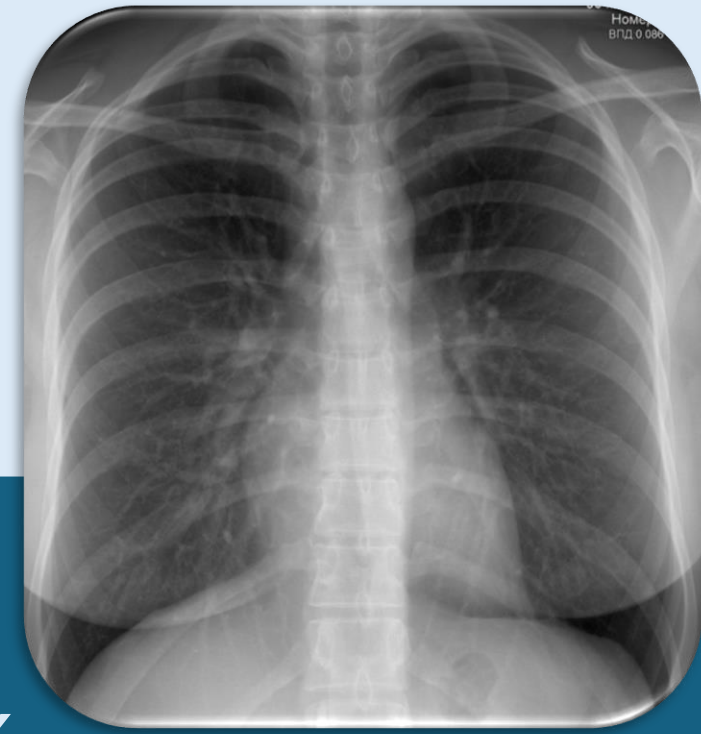




## АКТУАЛЬНОСТЬ

100 000 000+

исследований ОГК проводится в год

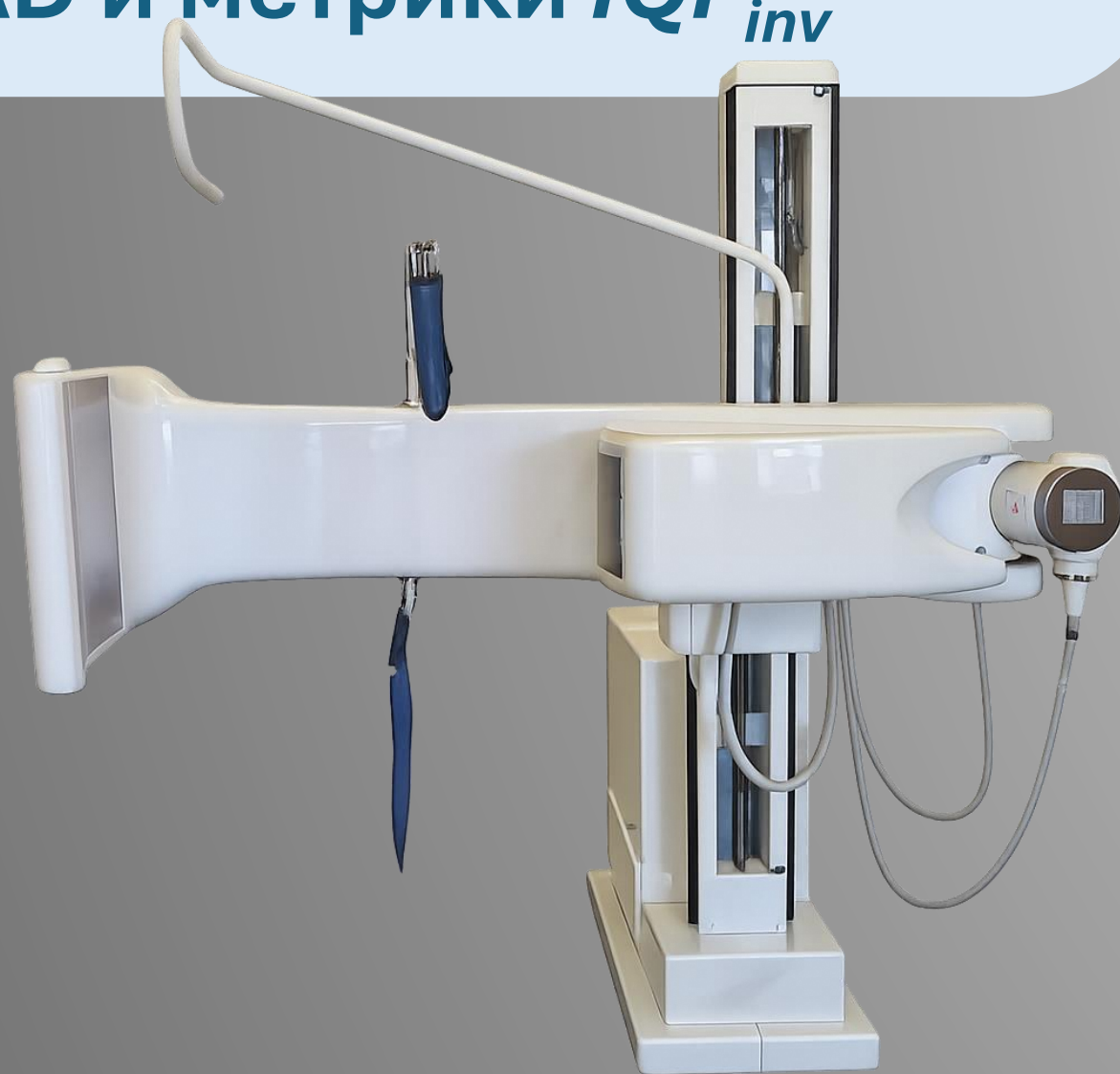


Но выявляемость рака легкого на ранних стадиях на снимках ОГК

**ОСТАЕТСЯ КРАЙНЕ НИЗКОЙ**

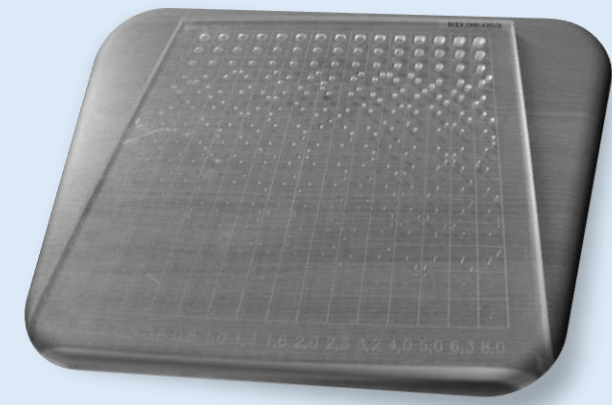
## ЦЕЛЬ

Оценка потенциала повышения качества рентгеновских изображений флюорографов «КАРС»-БКС2 с использованием фантома CDRAD и метрики  $IQF_{inv}$

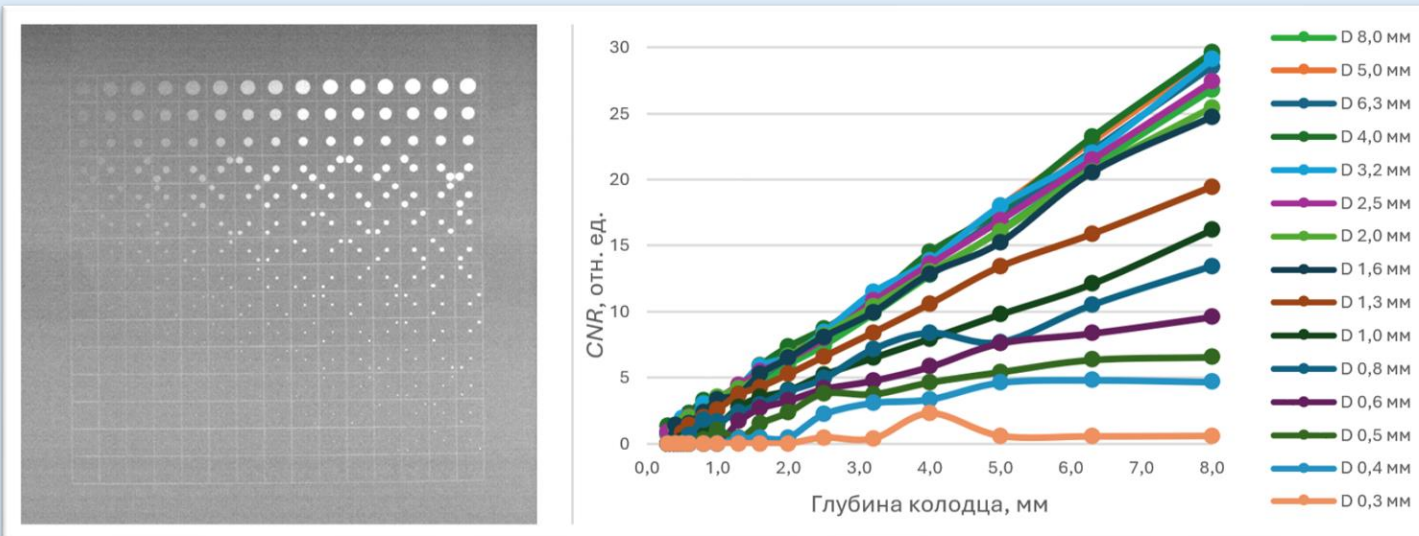


## МЕТОДЫ

◆ Изготовлена реплика фантома CDRAD

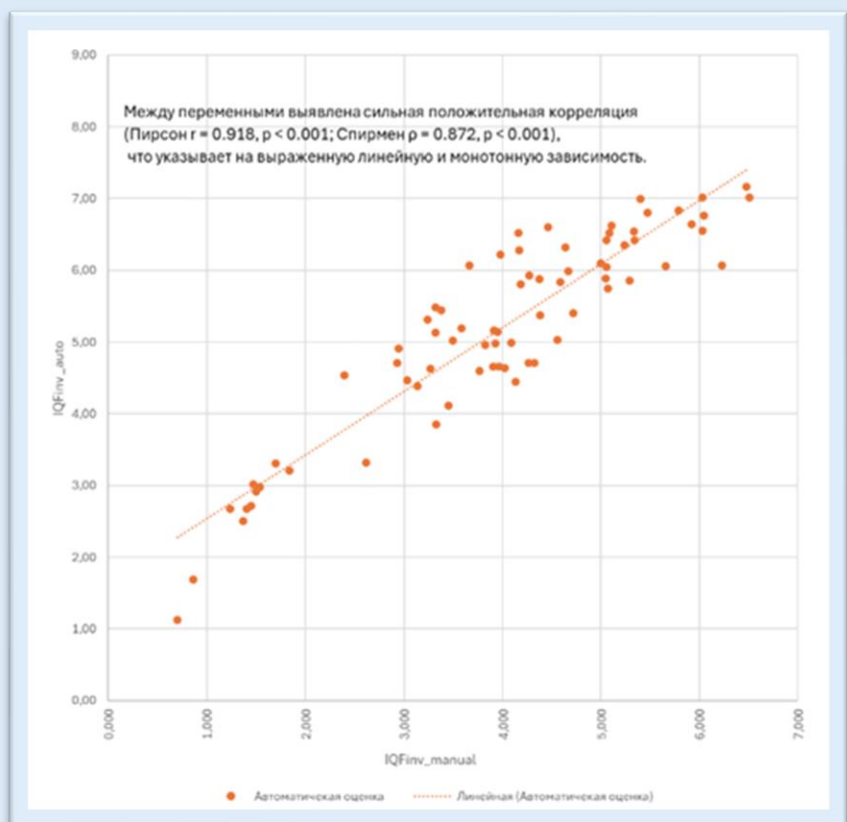


◆ Валидация фантома по зависимости CNR от глубины элемента



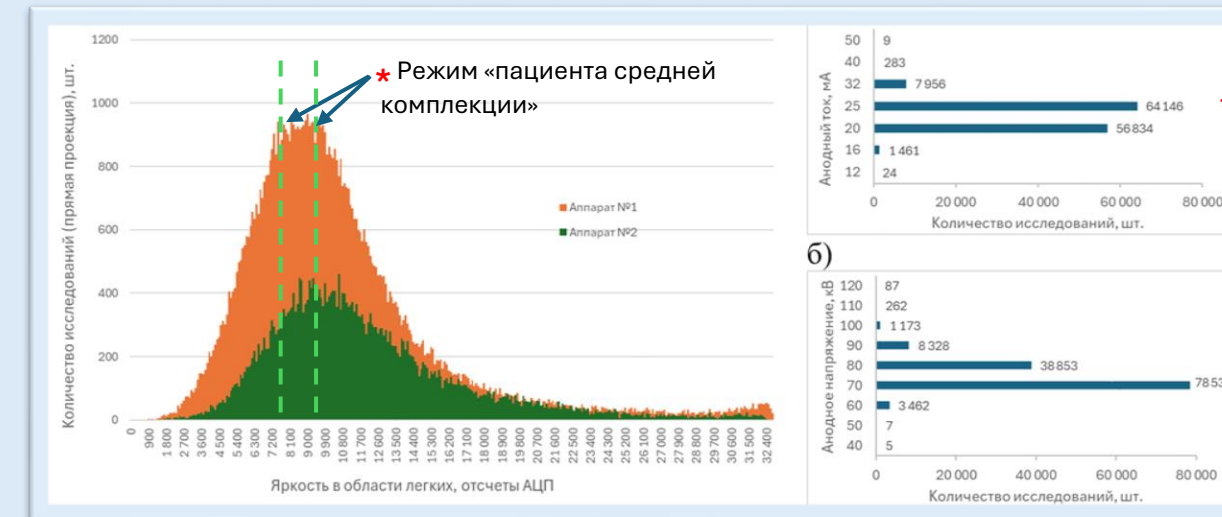
◆ Разработано программное обеспечение (ПО) для автоматизированной оценки  $IQF_{inv}$

◆ Валидация разработанного ПО.



Показана значимая статистическая корреляция с оценками наблюдателей

◆ Обоснование толщины дополнительных слоев ПММА=8 см для режима «пациента средней комплекции» из практики



◆ Расчет показателя качества:

$$IQF_{inv} = \frac{100}{\sum_{i=1}^{15} C_i \times D_{i,th}}$$

◆ Режимы экспозиции и значения входной дозы на кожу ESD, мкГр

UI	1 мА	2 мА	3 мА	6 мА	12 мА	25 мА	50 мА	100 мА
40 кВ					3,36±0,01	6,72±0,04	13,56±0,04	27,09±0,07
50 кВ					7,79±0,04	15,76±0,03	31,63±0,09	63,67±0,10
60 кВ	1,01±0,01	2,10±0,01	3,42±0,03	6,80±0,02	13,6±0,01	27,32±0,06	54,85±0,17	109,60±0,37
70 кВ	1,49±0,01	3,13±0,04	5,08±0,02	10,24±0,05	20,42±0,05	41,03±0,20	82,59±0,15	167,00±0,27
80 кВ	2,10±0,02	4,42±0,04	7,25±0,03	14,49±0,05	28,88±0,04	58,11±0,09	116,38±0,28	234,96±0,4
90 кВ	2,82±0,01	5,92±0,05	9,66±0,03	19,31±0,03	38,56±0,11	77,98±0,25	156,68±0,41	
100 кВ	3,64±0,05	7,62±0,04	12,45±0,07	25,12±0,04	49,88±0,14	100,72±0,33	200,36±0,23	
110 кВ	4,40±0,03	9,32±0,06	15,26±0,06	30,53±0,11	61,38±0,17	123,48±0,23		
120 кВ	5,24±0,02	11,17±0,06	18,29±0,08	36,60±0,12	73,85±0,18	148,36±0,23		

◆ Ограничение исследования:

- нет оригинала CDRAD 2.0
- нет единого подхода выбора толщины слоев ПММА для ОГК
- нет стандартного ПО

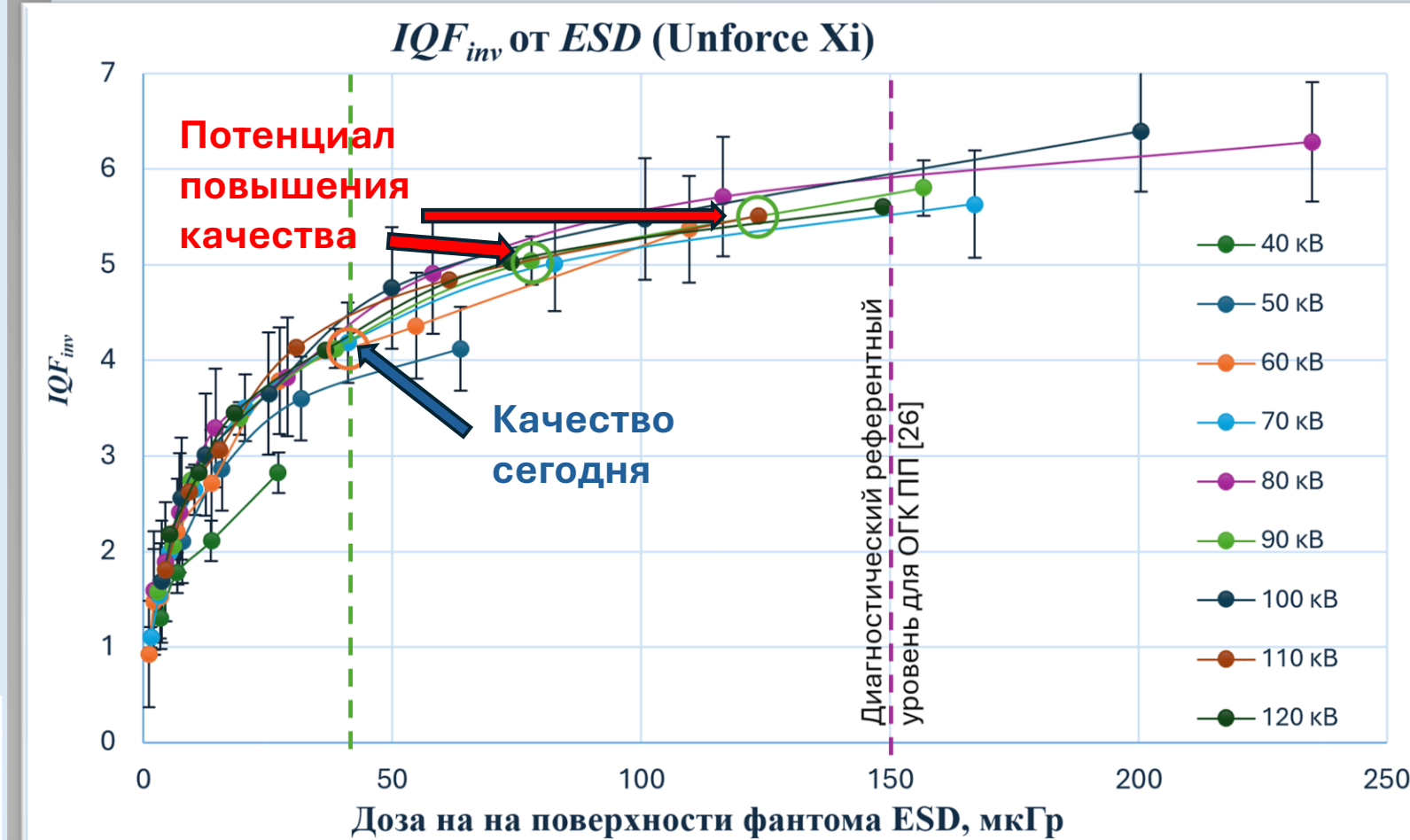
◆ Метод CDRAD +  $IQF_{inv}$  применим для сравнительных исследований и оптимизации режимов рентгенографических систем.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

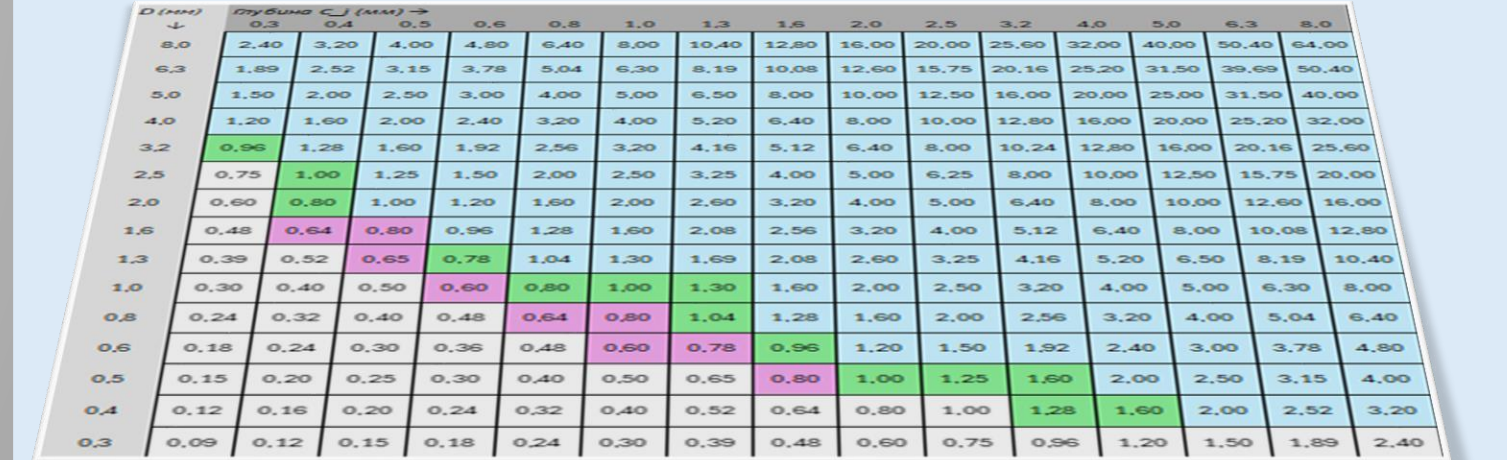
◆ Значения показателя качества  $IQF_{inv}$

UI	1 мА	2 мА	3 мА	6 мА	12 мА	25 мА	50 мА	100 мА
40 кВ					1,30±0,10	1,78±0,14	2,11±0,12	2,83±0,09
50 кВ					2,11±0,21	2,86±0,16	3,60±0,20	4,12±0,28
60 кВ	0,93±0,12	1,47±0,11	1,53±0,20	2,21±0,07	2,72±0,21	3,79±0,85	4,36±0,18	5,37±0,36
70 кВ	1,10±0,19	1,55±0,15	1,99±0,08	2,65±0,25	3,51±0,42	4,19±0,20	5,02±0,15	5,64±0,26
80 кВ	1,59±0,19	1,89±0,19	2,40±0,34	3,29±0,42	3,83±0,39	4,90±0,42	5,71±0,48	6,29±0,52
90 кВ	1,58±0,16	2,06±0,13	2,74±0,18	3,40±0,10	4,13±0,46	5,04±0,22	5,80±0,43	
100 кВ	1,68±0,22	2,56±0,13	3,02±0,20	3,66±0,17	4,76±0,28	5,48±0,31	6,40±0,41	
110 кВ	1,81±0,20	2,63±0,29	3,07±0,25	4,13±0,27	4,84±0,34	5,51±0,26		
120 кВ	2,18±0,14	2,82±0,26	3,45±0,30	4,11±0,30	5,04±0,50	5,60±0,21		

◆ Зависимость  $IQF_{inv}$  от ESD



◆ Иллюстрация улучшения обнаружения



При сопоставимой дозе возможно повышение качества изображения и улучшение выявляемости патологий, включая ранние стадии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- ◆ Для флюорографа «КАРС»-БКС2 определены  $IQF_{inv}$  во всем диапазоне уставок.
- ◆ Для режима «пациент средней комплекции» 70 кВ, 25 мА:  $IQF_{inv} \approx 4,2$ .
- ◆ При 90–110 кВ показатель качества  $IQF_{inv}$  увеличивается до 5,0–5,5 при росте ESD (входная доза на кожу) в 1,9–3 раза.
- ◆ При этом значения ESD не превышают диагностические референтные уровни, установленные в Великобритании, Европе и США.



**Для практики: показана возможность оптимизации режимов рентгенографии с использованием показателя качества  $IQF_{inv}$ .**

## Литература

[1] Березников А.В. и др. Вестник рентгенологии и радиологии 2024;105(3):149–155.  
 [2] Gramis F.W. Acad Oncol. 2025;2(1). doi:10.20935/AcadMed7560  
 [3] Gramis F.W. Acad Oncol. 2025;2(3). doi:10.20935/AcadOnc7809  
 [4] НИИРГ им. Рамзаева. Годовые дозы РФ. 2025  
 [5] Samei E. et al. Radiology. 2008;249(3):926–937. doi:10.1148/radi.2492071734  
 [6] Bertolini M. et al. Med Phys. 2012;39(5):2617–2627. doi:10.1118/1.4704500  
 [7] Zeikman M.I. et al. Biomed Eng. 2014;47(5):228–234. doi:10.1007/s10527-014-9377-6  
 [8] Бехтерев А.В. и др. МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА 2021; №3(32):39–43  
 [9] Abdi A.J. et al. Diagnostics. 2021;11(9):1699. doi:10.3390/diagnostics11091699  
 [10] Pascoal A. et al. Phys Med Biol. 2005;50(23):5743–5757. doi:10.1088/0031-9155/50/23/023  
 [11] Aksoy M.E. et al. IEEE NIBIT. 2012;57–62. doi:10.1109/NIBIT.2012.6209043  
 [12] Hogg P. ECR. 2018. doi:10.1594/ECR2018/C-1358  
 [13] Bacher K. et al. AJR. 2006;187(3):630–637. doi:10.2214/AJR.05.0400  
 [14] Yvert M. et al. Diagn Interv Imaging. 2015;96(11):1177–1188. doi:10.1016/j.diii.2015.06.018  
 [15] Al-Murshedi S. et al. J Radiol Prot. 2018;38(4):1344–1358. doi:10.1088/1361-6496/aac3fa  
 [16] Precht H. et al. Radiography. 2020;26(2):e31–e37. doi:10.1016/j.radi.2019.10.004  
 [17] Yalcin A. et al. Med Phys. 2020;47(9):3935–3944. doi:10.1002/mp.14244  
 [18] Abdi A.J. et al. Radiat Prot Dosimetry. 2019;185(2):252–265. doi:10.1093/rpd/ncz006  
 [19] Konet B. et al. Appl Clin Med Phys. 2019;20(7):151–159. doi:10.1002/acm2.12649  
 [20] Водоватов А.В. Радиационная гигиена 2019;12(1):62–73. doi:10.21514/1998-426X.2019-12-1-62-73  
 [21] Abdi A.J. et al. Diagnostics. 2025;15(11):1391. doi:10.3390/diagnostics15111391  
 [22] Yalcin A. et al. Nucl Instrum Methods A. 2018;896:113–121. doi:10.1016/j.nima.2018.04.013  
 [23] De Croop A. et al. Radiology. 2012;262(1):298–304. doi:10.1148/radiol.11110447  
 [24] Al-Murshedi S. et al. Br J Radiol. 2018;91:20180317. doi:10.1259/bjr.20180317  
 [25] Бехтерев А.В. и др. РЕЖИМ. 2019; 9(1):160–176. doi:10.21569/2222-7415-2019-9-1-160-176  
 [26] Hart D. et al. Br J Radiol. 2009;82(973):1–12. doi:10.1259/bjr.12568539  
 [27] Chooani M.R. et al. J Med Signals Sens. 2020;10(3):196–200. doi:10.4103/jmss.MSS\_53\_19  
 [28] Peacock N.E. et al. J Med Radiat Sci. 2020;67(4):260–268. doi:10.1002/jmrs.403

Контакты и дополнительные материалы:

