

УДК 004.8, 616.079

DOI: [10.26102/2310-6018/2025.48.1.003](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.48.1.003)

Систематизация фильтров реконструкции при компьютерной томографии для алгоритмов искусственного интеллекта на примере органов грудной клетки и головного мозга: ретроспективное исследование

Ю.А. Васильев¹, И.А. Блохин¹, А.П. Гончар^{1,2}✉, М.Р. Коденко^{1,3},
Р.В. Решетников¹, К.М. Арзамасов¹, О.В. Омелянская¹

¹Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий
Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Российская Федерация

²Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения
города Москвы, Москва, Российская Федерация

³Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация

Резюме. Выбор фильтра реконструкции (convolution kernel) компьютерно-томографических (КТ) изображений напрямую влияет на результат работы алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ). Формирование единых требований к данному параметру осложнено тем фактом, что такие фильтры уникальны для разработчиков оборудования. Цель работы – составить таблицу соответствия фильтров реконструкции между различными производителями оборудования для направления алгоритмам ИИ той серии изображений, на которой при КТ органов грудной клетки (ОГК) и головного мозга (ГМ) количественный анализ будет наиболее воспроизводимым. Произведена выгрузка и проведен анализ DICOM тегов 0018,1210 (Convolution Kernel), 0008,0070 (Manufacturer), 0018,0050 (Slice Thickness) КТ-изображений из Единого радиологического информационного сервиса города Москвы. Критерии включения: возраст старше 18 лет; срезы толщиной ≤ 3 мм. Анализ данных представлен в виде сводных таблиц сопоставления фильтров реконструкции различных производителей для КТ ОГК и ГМ, ряда клинических задач, а также описательной статистики их распределения по области сканирования и производителю. В анализ включено 1905 КТ ОГК ("CHEST" и "LUNG") и 490 КТ ГМ ("HEAD", "BRAIN"). При КТ ОГК была распространена реконструкция полученных изображений в виде серий для оценки легочной паренхимы и структур средостения. При КТ ГМ была распространена реконструкция полученных изображений в виде серий для оценки паренхимы головного мозга и костных структур. Проведена систематизация фильтров реконструкции при КТ ОГК и КТ ГМ. Полученные данные позволят корректно маршрутизировать серии проведенных исследований для количественной обработки алгоритмами ИИ.

Ключевые слова: фильтры реконструкции, компьютерная томография, искусственный интеллект, органы грудной клетки, головной мозг, систематизация данных.

Благодарности: Статья подготовлена авторским коллективом в рамках НИР «Научное обоснование методов лучевой диагностики опухолевых заболеваний с использованием радиомического анализа», (№ ЕГИСУ: № 123031500005-2) в соответствии с Приказом от 21.12.2022 г. № 1196 «Об утверждении государственных заданий, финансовое обеспечение которых осуществляется за счет средств бюджета города Москвы государственным бюджетным (автономным) учреждениям, подведомственным Департаменту здравоохранения города Москвы, на 2023 год и плановый период 2024 и 2025 годов» Департамента здравоохранения города Москвы. Коллектив авторов выражает благодарность Гордиенко Д.В. за оказанную помощь в подготовке работы.

Для цитирования: Васильев Ю.А., Блохин И.А., Гончар А.П., Коденко М.Р., Решетников Р.В., Арзамасов К.М., Омелянская О.В. Систематизация фильтров реконструкции при компьютерной

томографии для алгоритмов искусственного интеллекта на примере органов грудной клетки и головного мозга: ретроспективное исследование. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2025;13(1). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1766> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.003

Systematization of computed tomography reconstruction filters for artificial intelligence algorithms using the example of chest and brain organs: a retrospective study

Yu.A. Vasilev¹, I.A. Blokhin¹, A.P. Gonchar^{1,2,✉}, M.R. Kodenko^{1,3},
R.V. Reshetnikov¹, K.M. Arzamasov¹, O.V. Omelyanskaya¹

¹Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, the Russian Federation

²Moscow City Hospital named after S.S. Yudin of the Moscow Health Care Department, Moscow, the Russian Federation

³Bauman Moscow State Technical University, Moscow, the Russian Federation

Abstract. The selected convolution kernel in computed tomography (CT) directly affects the results of artificial intelligence (AI) algorithms. The formation of uniform requirements for this parameter is complicated by the fact that such filters are unique to equipment developers. The aim of the work is to create a table of correspondence of reconstruction filters between different equipment manufacturers to direct to the AI algorithms the series of images on which, in CT of the chest organs and the brain, the quantitative analysis will be most reproducible. DICOM tags 0018,1210 (Convolution Kernel), 0008,0070 (Manufacturer), 0018,0050 (Slice Thickness) of CT images from the Unified Radiology Information Service of Moscow were downloaded and analyzed. Inclusion criteria: age older than 18 years; slice thickness ≤ 3 mm. The data analysis is presented in the form of summary tables comparing reconstruction filters from different manufacturers for chest and brain CT, a number of clinical tasks, as well as descriptive statistics of their distribution by scanning area and manufacturer. 1905 chest ("CHEST" and "LUNG") and brain ("HEAD", "BRAIN") CT studies were included in the analysis. In chest CT, reconstructions to evaluate pulmonary parenchyma and mediastinal structures were common. Reconstructions for brain parenchyma and bone structures were common in brain CT. Systematization of reconstruction filters for chest and brain CT was performed. The obtained data will allow correct image series selection for quantitative AI analysis.

Keywords: reconstruction filters, computed tomography, artificial intelligence, chest organs, brain, data systematization.

Acknowledgements: The paper was prepared by a group of authors as a part of the research and development effort titled "Scientific substantiation of methods of radiation diagnostics of tumor diseases using radiomics analysis", (USIS No. 123031500005-2) in accordance with the Order No. 1196 dated December 21, 2022 "On approval of state assignments funded by means of allocations from the budget of the city of Moscow to the state budgetary (autonomous) institutions subordinate to the Moscow Health Care Department, for 2023 and the planned period of 2024 and 2025" issued by the Moscow Health Care Department. The team of authors expresses gratitude to Gordienko D.V. for his assistance in the preparation of the paper.

For citation: Vasilev Yu.A., Blokhin I.A., Gonchar A.P., Kodenko M.R., Reshetnikov R.V., Arzamasov K.M., Omelyanskaya O.V. Systematization of computed tomography reconstruction filters for artificial intelligence algorithms using the example of chest and brain organs: a retrospective study. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2025;13(1). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1766> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.003

Обоснование

На сегодняшний момент в эксперименте Департамента здравоохранения г. Москвы по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений участвуют десятки алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ), работа которых направлена на профилактику дефектов в работе врача-рентгенолога [1]. Четвертая часть (25 %) всех сервисов проводят анализ данных компьютерной томографии (КТ), главным образом, КТ органов грудной клетки (ОГК) и головного мозга (ГМ).

Помимо очевидных факторов, влияющих на качество и надежность результатов обработки КТ-данных алгоритмами ИИ, стоит учитывать параметры, связанные с протоколом сканирования. Одним из таких, не вполне очевидных, но важных параметров является фильтр реконструкции (convolution kernel), так как он влияет на пространственное разрешение и уровень шума КТ-изображений. В связи с этим при выборе фильтра реконструкции необходимо учитывать клиническую задачу: так, фильтры с высоким пространственным разрешением («легочные») применяются для оценки легочной паренхимы, тогда как для средостения используются фильтры с высоким шумоподавлением («мягкотканые») [2]. Для КТ ОГК и КТ ГМ применяется несколько фильтров реконструкции, что обусловлено их влиянием на контрастность и четкость изображений [3]. По этой причине может возникнуть ситуация неопределенности при выборе серии изображений для анализа. Некорректный выбор влечет за собой отсутствие объективных условий тестирования и работы алгоритма ИИ. Во избежание получения необъективных результатов при проведении количественного анализа необходимо учитывать, какой фильтр реконструкции был использован в выбранных для обработки КТ-изображениях [4–6].

Фильтры реконструкции уникальны для разработчиков оборудования, т. е. каждый производитель использует фильтры реконструкции собственной разработки. Большое разнообразие различных названий фильтров реконструкций приводит к необходимости их систематизации.

На момент написания статьи данные с систематизацией фильтров реконструкции различных производителей не были найдены. Среди регламентирующих документов предметной области в настоящее время известны базовые функциональные требования Московского Эксперимента к работе алгоритмов ИИ [7]. Однако и они не касаются вопроса выбора фильтра реконструкции, что подчеркивает актуальность задачи систематизации информации по данной теме [8].

Цель работы – составить таблицу соответствия фильтров реконструкции между различными производителями оборудования для направления алгоритмам ИИ той серии изображений, на которой при КТ органов грудной клетки и головного мозга количественный анализ будет наиболее воспроизводимым.

Материалы и методы

Для проведения мультицентрового ретроспективного анализа из Единого радиологического информационного сервиса (ЕРИС) г. Москвы была сформирована случайная выборка из КТ-исследований ОГК и ГМ, выполненных в период с января по июнь 2022 года. Критерии включения: возраст старше 18 лет, толщина срезов менее 3 мм [9]. Для КТ ОГК: DICOM заголовки LUNG и CHEST, для КТ ГМ: DICOM заголовки HEAD и BRAIN.

Анализ DICOM тегов тонкосрезовых изотропных КТ-исследований проводился для каждого КТ-изображения по DICOM тегам, соответствующим фильтру реконструкции, вендору и толщине срезов: 0018,1210 (Convolution Kernel), 0008,0070

(Manufacturer), 0018,0050 (Slice Thickness)¹. Значения тегов вносились в таблицу. Полученные данные были использованы для формирования следующих таблиц: сопоставление названий различных типов фильтров реконструкций, представленных производителями томографов для КТ ОГК и КТ, а также сопоставление названий фильтров реконструкций в соответствии с клиническими задачами.

Расчет минимального объема выборки был произведен с использованием пакета «samplingbook» [10]. При условии общего числа КТ-исследований, стремящегося к бесконечности, ожидаемой пропорции альтернативных типов фильтров реконструкции в 50 % (худший сценарий), уровне значимости в 5 % и допустимом пределе погрешности (margin of error) в $\pm 5\%$, согласно результатам расчета, потребуется минимум 385 исследований для каждой анатомической зоны.

Статистический анализ данных включал определение абсолютного и относительного количества исследований изучаемых областей в соответствии с производителем; категоризацию фильтров реконструкции по области исследования, типу серии и производителю аппарата. Обработка данных выполнена с использованием языка R в программе RStudio Desktop версии 2023.03.1+446 [11].

Результаты

В итоговый анализ было включено 1905 КТ ОГК, включающих в себя DICOM-заголовки "CHEST" и "LUNG", и 490 КТ ГМ с DICOM-заголовками "HEAD" и "BRAIN".

Исследования КТ ОГК и ГМ в выборке были выполнены на томографах производителей SIEMENS, Phillips, TOSHIBA, Mobius Imaging и GE MEDICAL SYSTEMS. Распределение включенных в анализ исследований по вендорам томографического оборудования представлено в Таблице 1.

Таблица 1 – Распределение включенных исследований КТ ОГК и КТ ГМ по вендорам томографического оборудования

Table 1 – Distribution of included chest CT and brain CT studies by vendors of tomographic equipment

Название производителя	КТ ОГК, n (%)	КТ ГМ, n (%)
SIEMENS	523 (27,4)	267 (54,5)
Phillips	274 (14,4)	14 (2,9)
TOSHIBA	202 (10,6)	11 (2,2)
Mobius Imaging	137 (7,2)	1 (0,2)
GE MEDICAL SYSTEMS	769 (40,4)	197 (40,2)
ИТОГО	1905 (100,0)	490 (100,0)

Таблица 2 – Систематизация и сопоставление фильтров реконструкции различных производителей, используемых при получении изображений КТ ОГК

Table 2 – Systematization and comparison of reconstruction filters of different manufacturers used in chest CT imaging

Название производителя	КТ ОГК		
	Название фильтра реконструкции		
	Легочный	Мягкотканый	Костный
SIEMENS	Br60f/B60s/B70f/I70s/I80s	B31f/B31s/I31f/I31s/I41s	-
Phillips	C/F/YC	A/B	-
TOSHIBA	FC51/FC55	FC07/FC08	-
Mobius Imaging	Sharp	Standard	-
GE MEDICAL SYSTEMS	LUNG	STANDARD/SOFT	BONE

¹ Whitcher B. Rigorous – DICOM Input / Output. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/oro.dicom/index.html> (дата обращения: 15.09.2024).

На Рисунке 1 представлен пример использования этих двух фильтров реконструкции при просмотре изображений через мягкотканый и легочный режимы окна (интервал отображаемой плотности по шкале единиц Хаунсфилда). На изображениях наглядно видно, что использование легочного фильтра реконструкции позволяет повысить детализацию мелких структур легочной ткани, что не наблюдается при изменении режима окна полученных с мягкотканым фильтром изображений.

При КТ ГМ были использованы фильтры реконструкции для оценки паренхимы головного мозга и костных структур (Таблица 3). Для производителя SIEMENS использовались фильтры J30s/J37s/H31s и J70h/J80s/H70h, соответственно. Для Phillips – фильтры UB и YA, соответственно. Для TOSHIBA – фильтры FC08/FC26 и FC30/FC68, соответственно. Для производителя Mobius Imaging использовался единственный фильтр Sharp. Для GE MEDICAL SYSTEMS – фильтры STANDARD/SOFT и BONE/BONEPLUS, соответственно. Как и в случае с получением изображений органов грудной клетки, для головного мозга производители также применяют собственные фильтры реконструкции. Вариабельность этих фильтров реконструкции для одного и того же DICOM тега ниже при КТ ГМ, чем для КТ ОГК: наибольшее разнообразие фильтром реконструкции представлено для SIEMENS (по 3 для каждого типа), минимальное – Phillips (по одному для каждого типа), тогда как Mobius Imaging имеет только мягкотканый тип фильтра.

На Рисунке 2 представлен пример использования этих двух фильтров реконструкции при просмотре изображений через мягкотканый и костный режимы окна. Использование двух фильтров реконструкции для анализа головного мозга необходимо для детальной оценки изменений как самой паренхимы вещества головного мозга, так и костных структур, что особенно важно в контексте травматических повреждений.

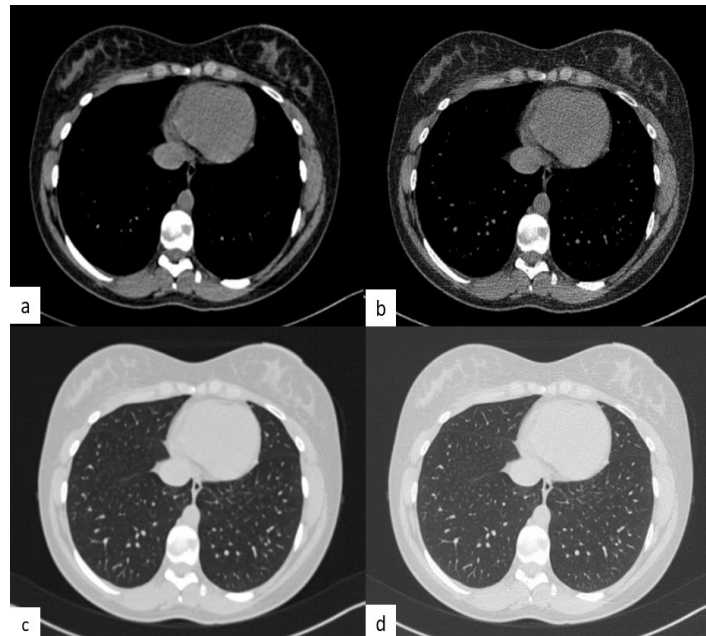


Рисунок 1 – Примеры изображений КТ ОГК с использованием различных фильтров реконструкции: мягкотканый фильтр реконструкции при мягкотканном (а) и легочном режимах окна (с); легочный фильтр реконструкции при мягкотканном (b) и легочном режимах окна (d)

Figure 1 – Examples of chest CT images using different reconstruction filters: soft tissue reconstruction filter for soft tissue (a) and pulmonary window modes (c); pulmonary reconstruction filter for soft tissue (b) and pulmonary window modes (d)

Таблица 3 – Систематизация и сопоставление фильтров реконструкции различных производителей, используемых при получении изображений КТ ГМ
Table 3 – Systematization and comparison of reconstruction filters of different manufacturers used in brain CT imaging

Название производителя	КТ ГМ	
	Название фильтра реконструкции	
	Мягкотканый	Костный
SIEMENS	J30s/J37s/H31s	J70h/J80s/H70h
Phillips	UB	YA
TOSHIBA	FC08/FC26	FC30/FC68
Mobius Imaging	Sharp	-
GE MEDICAL SYSTEMS	STANDARD/SOFT	BONE/BONEPLUS

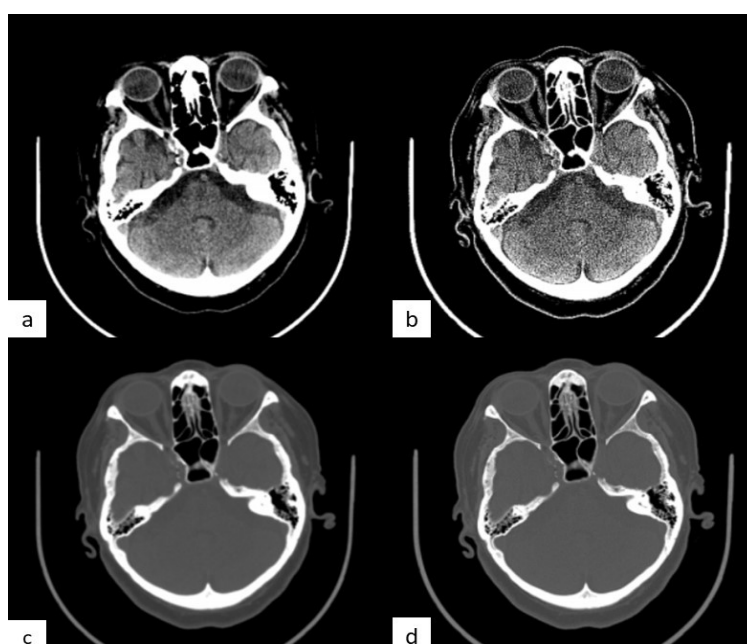


Рисунок 2 – Примеры изображений КТ ГМ с использованием различных фильтров реконструкции: мягкотканый фильтр реконструкции при мягкотканном (а) и костном режимах окна (с); костный фильтр реконструкции при мягкотканном (b) и костном режимах окна (d)

Figure 2 – Examples of brain CT images using different reconstruction filters: soft tissue reconstruction filter for soft tissue (a) and bone window modes (c); bone reconstruction filter for soft tissue (b) and bone window modes (d)

С целью повышения практической значимости, полученные результаты были дополнительно систематизированы в соответствии с наиболее распространенными клиническими задачами. Перечень таких задач был ограничен востребованными среди разработчиков патологиями и анатомическими зонами / структурами. На Рисунке 3 представлена схема, позволяющая определить оптимальный, с точки зрения тестирования алгоритма ИИ, фильтр реконструкции для таких задач при анализе КТ ОГК в соответствии с различными вендорами КТ оборудования. Синим цветом обозначены фильтры легочных реконструкций, розовым – мягкотканых, зеленым – костных. Рисунок 4 отражает аналогичную схему для анализа КТ ГМ. Розовым цветом обозначены фильтры мягкотканых реконструкций, зеленым – костных.

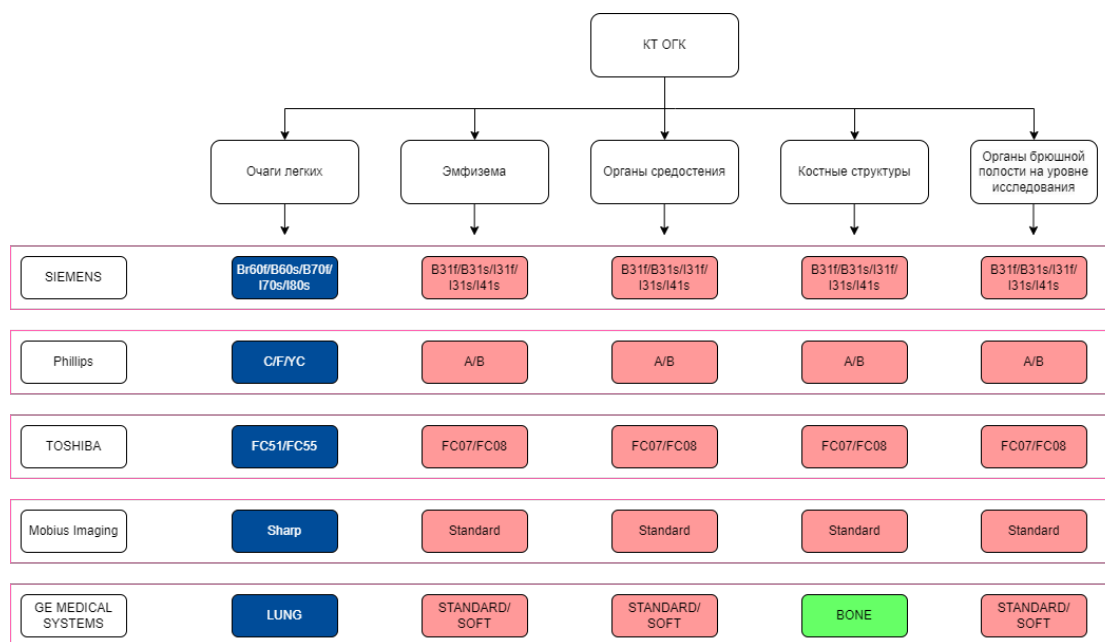


Рисунок 3 – Перечень диагностических задач с указанием названий фильтров реконструкции различных производителей, которые оптимальны для обработки изображений КТ ОГК алгоритмами ИИ

Figure 3 – List of diagnostic tasks with the names of reconstruction filters of different manufacturers, which are optimal for processing chest CT images by AI

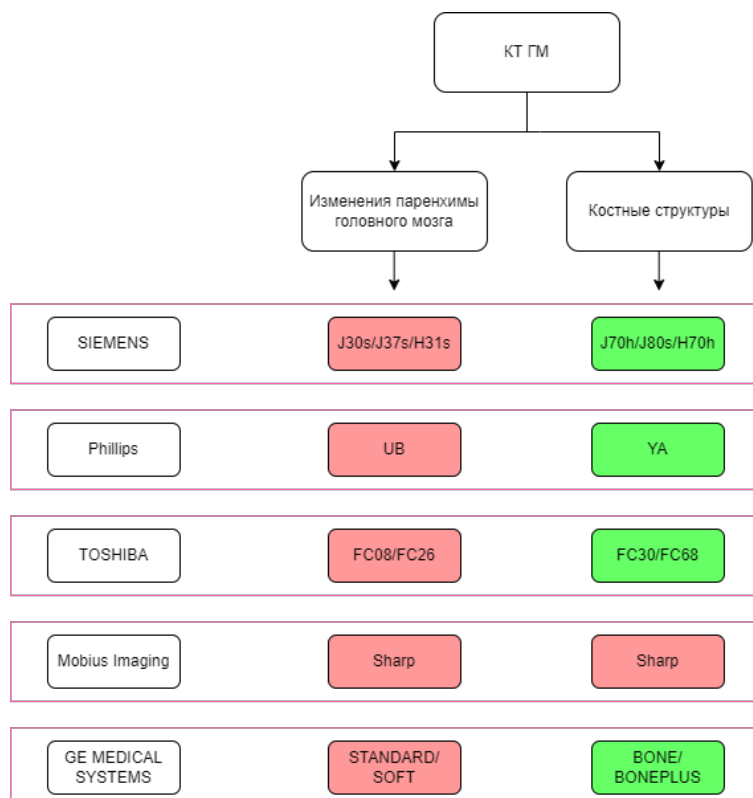


Рисунок 4 – Перечень диагностических задач с указанием названий фильтров реконструкции различных производителей, которые необходимо использовать для обработки изображений КТ ГМ алгоритмами ИИ

Figure 4 – List of diagnostic tasks with the names of reconstruction filters of different manufacturers that should be used for processing brain CT images by AI

Обсуждение

Нами систематизированы в формате таблицы и сопоставлены фильтры реконструкции различных производителей компьютерных томографов для КТ-исследований патологий ОГК и ГМ по результатам анализа данных системы здравоохранения г. Москвы.

Использование некорректного фильтра реконструкции приводит к снижению объективности и воспроизводимости обработки КТ-изображений. Так, Binjie Fu и др. в своем исследовании по оценке влияния фильтров реконструкции на выявление очагов в легких различными сервисами ИИ выявили, что различные фильтры могут изменять результаты их работы [12]. В другой работе Trieu-Nghi Hoang-Thi и др. определили, что выбор серии изображений с неподходящим фильтром реконструкции напрямую изменяет результат сегментации легких при диффузных заболеваниях [13].

Представленные результаты также актуальны для разработчиков систем радиомического анализа, так как различные фильтры реконструкции влияют на извлекаемые текстурные показатели и результаты последующего анализа [8, 14, 15].

Проведенная систематизация и сопоставление фильтров реконструкции, вкуче с группировкой результатов по решаемой клинической задаче, позволит упростить и объективизировать процесс выбора серии изображений для обработки сервисом. Результаты представлены в виде диаграмм, которые рекомендуются использовать для формирования критериев отбора КТ-данных для алгоритмов ИИ.

Возможный алгоритм применения полученных результатов при маршрутизации исследований следующий:

- 1) разработчик определяет анатомическую область КТ, которую будет обрабатывать алгоритм ИИ (например, КТ головного мозга);
- 2) путем обращения к Рисункам 3 или 4, выбирает локализацию предполагаемых изменений (например, паренхима головного мозга);
- 3) использует перечень наименований фильтров реконструкции, соответствующий анатомической области и клинической задаче (для приведенного примера – J30s, J37s, H31s, UB, FC08, FC26, Sharp, STANDARD, SOFT);
- 4) исследования маршрутизируются на обработку алгоритмом ИИ только при наличии соответствующего DICOM-тега в метаданных.

К направлениям для дальнейшего исследования можно отнести количественную оценку влияния выбора фильтра реконструкции на диагностическую точность алгоритмов ИИ, участвующих в Эксперименте.

Наше исследование имеет ряд ограничений: включение только КТ-данных из ЕРИС без учета частных медицинских организаций, включение КТ-данных только пяти производителей. Сравнение между фильтрами реконструкции как между производителями, так и внутри одного не проводилось, так как данная задача не входила в цель исследования. Тем не менее, полученные данные актуальны в рамках проведения Московского эксперимента. Также авторы считают необходимым отметить, что в исследовании не рассматривались исследования низкодозные КТ, для которых используются только мягкотканые фильтры реконструкции.

Заключение

Представлены результаты систематизации и сопоставления фильтров реконструкции производителей КТ, представленных в системе здравоохранения города Москвы, по КТ-данным для различных патологий ОГК и ГМ. Полученные данные позволят корректно маршрутизировать серии проведенных исследований для количественной обработки алгоритмами ИИ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Васильев Ю.А., Владзимирский А.В., Бондарчук Д.В., Кожихина Д.Д., Решетников Р.В., Блохин И.А., Соловьев А.В., Гатин Д.В. Значение технологий искусственного интеллекта для профилактики дефектов в работе врача-рентгенолога. *Врач и информационные технологии*. 2023;(2):16–27. https://doi.org/10.25881/18110193_2023_2_16
Vasilev Yu.A., Vladzymirskyy A.V., Bondarchuk D.V., Kozhikhina D.D., Reshetnikov R.V., Blokhin I.A., Solovev A.V., Gatin D.V. Importance of artificial intelligence technologies to prevent defects in radiologist's practice. *Medical Doctor and Information Technology*. 2023;(2):16–27. (In Russ.). https://doi.org/10.25881/18110193_2023_2_16
2. Schaller S., Wildberger J.E., Raupach R., Niethammer M., Klingenbeck-Regn K., Flohr T. Spatial domain filtering for fast modification of the tradeoff between image sharpness and pixel noise in computed tomography. *IEEE Transactions on Medical Imaging*. 2003;22(7):846–853. <https://doi.org/10.1109/tmi.2003.815073>
3. Блохин И.А., Румянцев Д.А., Сучилова М.М., Гончар А.П., Омелянская О.В. Низкодозная компьютерная томография органов грудной клетки в диагностике COVID-19: обзор литературы. *Digital Diagnostics*. 2023;4(1):25–37. <https://doi.org/10.17816/DD119870>
Blokhin I.A., Romyantsev D.A., Suchilova M.M., Gonchar A.P., Omelyanskaya O.V. Low-dose computed tomography in COVID-19: systematic review. *Digital Diagnostics*. 2023;4(1):25–37. <https://doi.org/10.17816/DD119870>
4. Boedeker K.L., McNitt-Gray M.F., Rogers S.R., Truong D.A., Brown M.S., Gjertson D.W., Goldin J.G. Emphysema: Effect of Reconstruction Algorithm on CT Imaging Measures. *Radiology*. 2004;232(1):295–301. <https://doi.org/10.1148/radiol.2321030383>
5. Wang Y., De Bock G.H., Van Klaveren R.J., Van Ooyen P., Tukker W., Zhao Y., et al. Volumetric measurement of pulmonary nodules at low-dose chest CT: effect of reconstruction setting on measurement variability. *European Radiology*. 2010;20(5):1180–1187. <https://doi.org/10.1007/s00330-009-1634-9>
6. Behrendt F.F., Das M., Mahnken A.H., Kraus T., Bakai A., Stanzel S., et al. Computer-Aided Measurements of Pulmonary Emphysema in Chest Multidetector-Row Spiral Computed Tomography: Effect of Image Reconstruction Parameters. *Journal of Computer Assisted Tomography*. 2008;32(6):899–904. <https://doi.org/10.1097/rct.0b013e31815ade64>
7. Васильев Ю.А. и др. *Компьютерное зрение в лучевой диагностике: первый этап Московского эксперимента*. Издательские решения; 2023. 376 с.
8. Mackin D., Ger R., Gay S., Dodge C., Zhang L., Yang J., et al. Matching and Homogenizing Convolution Kernels for Quantitative Studies in Computed Tomography. *Investigative Radiology*. 2019;54(5):288–295. <https://doi.org/10.1097/rli.0000000000000540>
9. Dalrymple N.C., Prasad S.R., El-Merhi F.M., Chintapalli K.N. Price of Isotropy in Multidetector CT. *RadioGraphics*. 2007;27(1):49–62. <https://doi.org/10.1148/rg.271065037>
10. Kauermann G., Küchenhoff H. *Stichproben: Methoden und praktische Umsetzung mit R*. Heidelberg: Springer Berlin; 2010. 261 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12318-4>
11. Блохин И.А., Коденко М.Р., Шумская Ю.Ф., Гончар А.П., Решетников Р.В. Проверка гипотез исследования с использованием языка R. *Digital Diagnostics*. 2023;4(2):238–247. <https://doi.org/10.17816/dd121368>

- Blokhin I.A., Kodenko M.R., Shumskaya Y.F., Gonchar A.P., Reshetnikov R.V. Hypothesis testing using R. *Digital Diagnostics*. 2023;4(2):238–247. <https://doi.org/10.17816/dd121368>
12. Fu B., Wang G., Wu M., Li W., Zheng Y., Chu Z., et al. Influence of CT effective dose and convolution kernel on the detection of pulmonary nodules in different artificial intelligence software systems: A phantom study. *European Journal of Radiology*. 2020;126. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.108928>
 13. Hoang-Thi T.-N., Vakalopoulou M., Christodoulidis S., Paragios N., Revel M.P., Chassagnon G. Deep learning for lung disease segmentation on CT: Which reconstruction kernel should be used? *Diagnostic and Interventional Imaging*. 2021;102(11):691–695. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2021.10.001>
 14. Lu L., Ehmke R.C., Schwartz L.H., Zhao B. Assessing Agreement between Radiomic Features Computed for Multiple CT Imaging Settings. *PLoS ONE*. 2016;11(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166550>
 15. Berenguer R., Pastor-Juan M. del R., Canales-Vázquez J., Castro-García M., Villas M.V., Mansilla Legorburo F., Sabater S. Radiomics of CT Features May Be Nonreproducible and Redundant: Influence of CT Acquisition Parameters. *Radiology*. 2018;288(2):407–415. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018172361>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Васильев Юрий Александрович, кандидат медицинских наук, главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике Департамента здравоохранения Москвы, директор, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Российская Федерация.

e-mail: VasilevYA1@zdrav.mos.ru

ORCID: [0000-0002-5283-5961](https://orcid.org/0000-0002-5283-5961)

Блохин Иван Андреевич, кандидат медицинских наук, начальник сектора исследований в лучевой диагностике, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Российская Федерация.

e-mail: BlokhinIA@zdrav.mos.ru

ORCID: [0000-0002-2681-9378](https://orcid.org/0000-0002-2681-9378)

Гончар Анна Павловна, кандидат медицинских наук, научный сотрудник, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, врач-рентгенолог городской клинической больницы имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Российская Федерация.

e-mail: GoncharAP@zdrav.mos.ru

Yuri A. Vasilev, Candidate of Medical Sciences, Chief External Officer for Radiology and Instrumental Diagnostics of the Moscow Health Care Department, CEO, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, the Russian Federation.

Ivan A. Blokhin, Candidate of Medical Sciences, Head of the Research Sector in Radiologic Diagnostics, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, the Russian Federation.

Anna P. Gonchar, Candidate of Medical Sciences, Researcher of the Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, radiologist at the Moscow City Hospital named after S.S. Yudin of the Moscow Health Care Department, Moscow, the Russian Federation.

ORCID: [0000-0001-5161-6540](https://orcid.org/0000-0001-5161-6540)

Коденко Мария Романовна, кандидат технических наук, младший научный сотрудник отдела научных медицинских исследований, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, ассистент кафедры биомедицинских технических систем Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация.

e-mail: KodenkoMR@zdrav.mos.ru

ORCID: [0000-0002-0166-3768](https://orcid.org/0000-0002-0166-3768)

Решетников Роман Владимирович, кандидат физико-математических наук, руководитель отдела научных медицинских исследований, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Российская Федерация.

e-mail: ReshetnikovRV1@zdrav.mos.ru

ORCID: [0000-0002-9661-0254](https://orcid.org/0000-0002-9661-0254)

Арзамасов Кирилл Михайлович, кандидат медицинских наук, руководитель отдела медицинской информатики, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Российская Федерация.

e-mail: ArzamasovKM@zdrav.mos.ru

ORCID: [0000-0001-7786-0349](https://orcid.org/0000-0001-7786-0349)

Омелянская Ольга Васильевна, руководитель по управлению подразделениями Дирекции наука, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Российская Федерация.

e-mail: OmelyanskayaOV@zdrav.mos.ru

ORCID: [0000-0002-0245-4431](https://orcid.org/0000-0002-0245-4431)

Maria R. Kodenko, Candidate of Technical Sciences, Junior Researcher of the Medical Research Department, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, department assistant at the Chair for Biomedical Technical Systems of the Bauman Moscow State Technical University, Moscow, the Russian Federation.

Roman V. Reshetnikov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Medical Research Department, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, the Russian Federation.

Kirill M. Arzamasov, Candidate of Medical Sciences, Head of the Medical Informatics Department, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, the Russian Federation.

Olga V. Omelanskaya, Head of Unit Management of the Science Directorate, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, the Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 13.12.2024; одобрена после рецензирования 09.01.2025; принята к публикации 15.01.2025.

The article was submitted 13.12.2024; approved after reviewing 09.01.2025; accepted for publication 15.01.2025.