

## Автоматизированное рабочее место врача-рентгенолога: сравнение двух подходов к применению программного обеспечения для анализа лучевых исследований

Ю.А. Васильев<sup>1,2</sup>, Е.А. Славушева<sup>1</sup>, М.А. Зеленова<sup>1</sup>, И.М. Шулькин<sup>1</sup>, К.М. Арзамасов<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

<sup>3</sup> МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Обследование большого количества пациентов формирует огромные массивы данных о различных заболеваниях, обработка которых вручную практически невозможна. В связи с этим на автоматизированных рабочих местах врачей-рентгенологов внедряют системы поддержки принятия врачебных решений, обеспечивающие анализ медицинских изображений. В настоящее время используют два наиболее распространённых подхода: встроенное вендор-зависимое и вендор-независимое программные обеспечения, которые обладают широким функционалом. Однако они имеют свои преимущества и ограничения. Таким образом, выбор оптимальной системы поддержки принятия врачебных решений осуществляется на уровне медицинской организации.

**Цель работы.** Сравнить два подхода к применению программного обеспечения для анализа лучевых исследований в условиях автоматизированного рабочего места врача-рентгенолога на примере Москвы.

**Методы.** Дизайн работы: двухэтапное одномоментное опросное исследование. Работа проведена период с сентября 2023 г. по март 2024 г. Данные о вендор-независимом программном обеспечении получены от участников эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения Москвы, а информация о вендор-зависимых решениях агрегирована с сайтов компаний-производителей. Для определения актуальности функций программных обеспечений проводили опрос среди 40 специалистов центра.

**Результаты.** Число функций, доступных на момент выполнения работы, у вендор-независимого программного обеспечения было несколько больше, чем у вендор-зависимого. Наибольшие различия в функционале отмечали для модальностей «Компьютерная томография» и «Магнитно-резонансная томография», тогда как для «Рентгенографии» и «Маммографии» наблюдали практически полное совпадение возможностей. Опрос врачей-рентгенологов показал, что из 17 функций встроенного вендор-зависимого программного обеспечения 6 не имеют аналогов в вендор-независимом. Однако их востребованность отмечена менее чем у 40% специалистов, тогда как совпадающие функции актуальны для более чем 50% врачей.

**Заключение.** Только половина функций встроенного вендор-зависимого и вендор-независимого программных обеспечений совпадают. Именно поэтому их выбор для конкретной медицинской организации целесообразно осуществлять исходя из её профиля и потребностей рентгенологов. При этом около 2/3 функций, используемых рентгенологами Москвы во встроенном вендор-зависимом программном обеспечении, могут быть реализованы с помощью вендор-независимого. Таким образом, вопрос выбора программного обеспечения следует рассматривать с учётом уровня развития инфраструктуры и экономической целесообразности.

**Ключевые слова:** лучевая диагностика; рентгенологическая информационная система; система архивирования и передачи изображений; автоматизированное рабочее место врача-рентгенолога; искусственный интеллект.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ:**

Васильев Ю.А., Славущева Е.А., Зеленова М.А., Шулькин И.М., Арзамасов К.М.  
Автоматизированное рабочее место врача-рентгенолога: сравнение двух подходов к применению программного обеспечения для анализа лучевых исследований // Digital Diagnostics. 2025. Т. 6, № 3. С. XXX–XXX. DOI: 10.17816/DD631519 EDN: FDMNZG

Рукопись получена: 02.05.2024

Рукопись одобрена: 20.03.2025

Опубликована online: 14.10.2025

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International

© Эко-Вектор, 2025

## A Review of Automated Workplace of a Radiologist Using Application Medical Decision Support Systems

Yuriy A. Vasilev<sup>1,2</sup>, Ekaterina A. Slavushcheva<sup>1</sup>, Maria A. Zelenova<sup>1</sup>, Igor M. Shulkin<sup>1</sup>,  
Kirill M. Arzamasov<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> MIREA — Russian Technological University, Moscow, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** The examination of a large number of patients generates vast amounts of information on various diseases, which currently cannot be processed manually. In this context, decision support systems (DSS) capable of analyzing medical images are being integrated into the automated workstations (AWS) of radiologists. To date, two main approaches to such systems are widely used: vendor-dependent software and vendor-independent software. These systems offer extensive functionality, each presenting specific advantages and drawbacks. Consequently, healthcare organizations are empowered to independently select the most suitable approach to implementing decision support systems tailored to their needs.

**AIM:** To compare two approaches to the use of software for radiological image analysis at the automated radiologist's workstation on the example of Moscow.

**METHODS:** The study was conducted from September 2023 to March 2024. Data on vendor-independent software were obtained from participants of the Moscow Computer Vision Experiment, and information on vendor-dependent solutions was aggregated from the websites of the vendors. To determine the relevance of the software functions, we conducted a survey among 40 center specialists.

**RESULTS:** The number of features available at the time of the study was slightly higher in vendor-independent software compared to vendor-dependent software. The most significant differences in functionality were observed in the "Computed Tomography" and "Magnetic Resonance Imaging" modalities, while the "Radiography" and "Mammography" modalities showed almost complete feature parity. A survey of radiologists revealed that out of the 17 features available in vendor-dependent software, 6 had no equivalents in vendor-independent software. However, these unique features were deemed relevant by less than 40% of radiologists, whereas overlapping features were considered relevant by more than 50% of respondents.

**CONCLUSION:** Only half of the functions of vendor-dependent and vendor-independent software are the same. In this regard, it is recommended to choose software for a particular medical organization depending on its profile and the radiologists' need for certain functions. Almost two thirds of the functions of vendor-dependent software used by Moscow radiologists can be performed by vendor-independent software. In this case, it is suggested to choose the software taking into account the infrastructure and economic feasibility.

**Keywords:** radiology; radiology information systems; picture archiving and communication system; computer-assisted radiographic image interpretation; artificial intelligence.

#### TO CITE THIS ARTICLE:

Vasilev YuA, Slavushcheva EA, Zelenova MA, Shulkin IM, Arzamasov KM. A Review of Automated Workplace of a Radiologist Using Application Medical Decision Support Systems. *Digital Diagnostics*. 2025;6(3):XXX–XXX. DOI: 10.17816/DD631519 EDN: FDMNZG

Submitted: 02.05.2024

Accepted: 20.03.2025

Published online: 14.10.2025

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License

© Eco-Vector, 2025

## ОБОСНОВАНИЕ

Современную медицинскую практику невозможно представить без информационных технологий. Рост числа пациентов обуславливает высокую нагрузку как на систему здравоохранения в целом, так и на отдельные учреждения. При этом накопление больших массивов данных о различных заболеваниях делает их ручную обработку невозможной [1, 2]. В связи с этим на автоматизированных рабочих местах (АРМ) врачей-рентгенологов всё активнее применяют системы поддержки принятия врачебных решений, обеспечивающие анализ медицинских изображений [3–5].

Наиболее распространёнными являются следующие два подхода к организации АРМ врача-рентгенолога:

- с использованием готового решения от производителя рентгеновского оборудования — встроенное вендор-зависимое программное обеспечение (ПО);
- с самостоятельным подбором компонентов АРМ — вендор-независимое ПО<sup>1</sup>.

Оба подхода возможно применять для:

- получения независимого мнения — когда врач видит результаты работы ПО только после того, как закончил работать над описанием исследования;
- параллельного прочтения — врач видит результаты работы ПО одновременно с изображением, полученным с диагностического оборудования;
- приоритизации исследований — исследования, оценённые ПО как патологические или срочные, попадают врачу на интерпретацию первыми;
- их исключения — исследования, оценённые ПО как непатологические, попадают на оценку врачу в порядке общей очереди.

Вендор-зависимые и вендор-независимые решения обладают широким функционалом и продолжают совершенствоваться за счёт применения технологий искусственного интеллекта [6]. В связи с этим перед руководителями в сфере организации здравоохранения (министрами, главными врачами, их заместителями и др.) закономерно возникает вопрос: какое ПО предпочтительнее для использования в конкретной медицинской организации — вендор-зависимое или вендор-независимое?

## ЦЕЛЬ

Сравнить два подхода к применению ПО для анализа лучевых исследований в условиях АРМ врача-рентгенолога на примере Москвы.

## МЕТОДЫ

Дизайн работы: двухэтапное одномоментное опросное исследование.

<sup>1</sup> Здесь и далее по тексту вендор-зависимое ПО — решения, которые предлагают поставщики диагностического оборудования (рентгеновских, маммографических аппаратов, компьютерных и магнитно-резонансных томографов), тогда как вендор-независимое ПО — решения, предлагаемые сторонними компаниями, то есть теми, кто диагностическое оборудование не производит.

На первом этапе выполнен анализ функций вендор-зависимых и вендор-независимых решений, доступных для использования в Москве. Информация о вендор-независимых решениях получена из каталога сервисов на основе искусственного интеллекта, применяемых в Московском эксперименте по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения этих технологий в системе здравоохранения<sup>2</sup>. Информация о вендор-зависимых решениях агрегирована с сайтов компаний-производителей<sup>317</sup>.

На втором этапе исследования проведён социологический опрос на базе московского референс-центра, в котором приняли участие 40 врачей. Для оценки практической значимости основных функций вендор-зависимого ПО мы разработали опросник «Практическая значимость основных функций вендор-зависимого программного обеспечения» (приложение 1). Опросник мы составили самостоятельно для целей данного исследования, и он не проходил формальную процедуру валидации. Инструмент содержал 17 закрытых вопросов, каждый из которых посвящён оценке одной конкретной функции на основе предыдущего практического опыта респондентов. Значимость функций оценивали по 3-балльной номинальной шкале: «Высокая», «Средняя», «Низкая». Для исключения смещающих факторов по каждому вопросу предусмотрен вариант ответа «Не использовал(-а)/не знаю».

Работа проведена в период с сентября 2023 г. по март 2024 г.

### ЭТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Данное исследование основано на результатах Эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы, утверждённого этическим комитетом (выписка из протокола № 2 НЭК МРО РОПР от 20.02.2020), также зарегистрированного на ClinicalTrials (NCT04489992).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### СРАВНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ВЕНДОР-ЗАВИСИМЫХ И ВЕНДОР-НЕЗАВИСИМЫХ РЕШЕНИЙ

Число функций, доступных на момент выполнения работы, у вендор-независимого ПО оказалось несколько больше, чем у вендор-зависимого (приложение 2).

<sup>2</sup> Каталог ИИ сервисов [интернет]. В: Центр диагностики и телемедицины. Режим доступа: [https://mosmed.ai/service\\_catalog/](https://mosmed.ai/service_catalog/) Дата обращения: 24.10.2024.

<sup>3</sup> Программное обеспечение для медицинской визуализации: каталог [интернет]. Medical Expo. Режим доступа: <https://www.medicaexpo.ru/cat/radiologia/> Дата обращения: 01.08.2023.

<sup>4</sup> CAD4TB: AI-Powered Tuberculosis Detection Software [интернет]. Режим доступа: <https://delft.care/cad4tb/> Дата обращения: 01.08.2024.

<sup>5</sup> Philips IntelliSpace Portal 12 [интернет]. Режим доступа: <https://www.philips.com/om/healthcare/product/> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>6</sup> Gehealthcare [интернет]. Режим доступа: <https://www.gehealthcare.com/products/healthcare-it> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>7</sup> Siemens-healthineers [интернет]. Режим доступа: <https://www.siemens-healthineers.com/digital-health-solutions/> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>8</sup> Canon [интернет]. Режим доступа: <https://us.medical.canon/specialties/medical-oncology-solutions/> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>9</sup> Hologic [интернет]. Режим доступа: <https://www.hologic.com/hologic-products/breast-health-solutions/> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>10</sup> Aidoc [интернет]. Режим доступа: <https://www.aidoc.com/solutions/#aipowered/> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>11</sup> RADinfo SYSTEMS [интернет]. Режим доступа: <https://radinfosystems.com/products.html> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>12</sup> Sectra Medical [интернет]. Режим доступа: <https://medical.sectra.com/product/sectra-radiology-pacs-ris/> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>13</sup> Visage Imaging [интернет]. Режим доступа: <https://visageimaging.com/> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>14</sup> TeraRecon [интернет]. Режим доступа: <https://www.terarecon.com/> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>15</sup> Agfa HealthCare [интернет]. Режим доступа: <https://www.agfa.com/he/russia/ru/internet/main/> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>16</sup> Synapse [интернет]. Режим доступа: <https://synapse-emea.fujifilm.com/discovering-synapse-workflow.html> Дата обращения: 30.10.2024.

<sup>17</sup> Merge PACS — American Medical Imaging [интернет] Режим доступа: <https://ami-ii.com/products/merge-pacs/> Дата обращения: 30.10.2024.

Примечательно, что количество функций вендор-зависимых и вендор-независимых решений для модальности «Рентгенография» оказалось почти одинаковым. Аналогичную картину наблюдали и для модальности «Маммография».

Для модальностей «Компьютерная томография» и «Магнитно-резонансная томография» количество доступных функций вендор-независимых решений оказалось выше, чем у вендор-зависимых.

На **рис. 1** представлено распределение функций между вендор-зависимыми и вендор-независимыми решениями; около половины из них реализовано в обоих типах ПО.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ ВЕНДОР-ЗАВИСИМЫХ РЕШЕНИЙ**

Установлено, что среди 17 проанализированных функций вендор-зависимых решений 6 не имели аналогов среди вендор-независимых (**рис. 2**).

Следует отметить, что шесть функций вендор-зависимого ПО, не имеющих аналогов в вендор-независимых решениях (35,3%), используют менее 40% врачей-рентгенологов. Наибольшую практическую значимость среди них имеют функции анализа сосудов, а также оценки перфузии мозга, тогда как наименьшую — функция выявления рака толстой кишки.

Из одиннадцати функций вендор-зависимого ПО, для которых предусмотрены аналоги в вендор-независимом ПО (64,7%), шесть востребованы более чем у 50% врачей-рентгенологов. Наименее значимой в этой группе была функция оценки нарушений воздушности лёгочной ткани.

## **ОБСУЖДЕНИЕ**

У вендор-зависимого и вендор-независимого ПО имеются некоторые одинаковые функции, однако в обеих группах решений есть и свои уникальные.

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛА ВЕНДОР-ЗАВИСИМЫХ И ВЕНДОР-НЕЗАВИСИМЫХ РЕШЕНИЙ**

Как упоминалось выше, вендор-зависимые и вендор-независимые решения для модальности «Рентгенография» обладают почти одинаковым набором функций. Среди них: обнаружение новообразований, инфекционно-воспалительных и травматических изменений и др.

Все решения для модальности «Маммография» сосредоточены на выявлении признаков новообразований молочных желёз.

Наибольшие отличия в отношении функциональности характерны для вендор-зависимых и вендор-независимых решений для модальностей «Компьютерная томография» и «Магнитно-резонансная томография».

Следует отметить, что для компьютерной томографии органов грудной клетки среди вендор-зависимого ПО мало функций по обнаружению заболеваний лёгких (отсутствует детекция туберкулёза, саркоидоза, бронхоэктатической болезни и др.). При этом в вендор-зависимом ПО имеются уникальные функции для анализа сердечно-сосудистой системы: анализ и 3D-моделирование сосудов, автоматическая детекция тромбов, спектральный анализ сосудов и сердца и др. Обратная картина характерна для вендор-независимого ПО.

Для компьютерной томографии органов брюшной полости вендор-зависимые решения предлагают функции по выявлению полипов и рака толстой кишки. В то же время вендор-независимые решения такими возможностями не располагают, однако обеспечивают выявление признаков мочекаменной болезни, а также новообразований надпочечников и почек.

При магнитно-резонансной томографии головного мозга вендор-зависимые решения позволяют оценивать перфузию, но не способны выявлять рассеянный склероз и новообразования, которые могут быть обнаружены с помощью вендор-независимого ПО.

Кроме того, вендор-независимое ПО обладает уникальными функциями выявления очаговых изменений костной структуры позвонков, а также протрузий, грыж межпозвонковых дисков и стеноза позвоночного канала.

Таким образом, наибольшие различия в части функционала между вендор-зависимым и вендор-независимым ПО наблюдаются для модальностей «Компьютерная томография» и «Магнитно-резонансная томография».

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ ВЕНДОР-ЗАВИСИМЫХ И ВЕНДОР-НЕЗАВИСИМЫХ РЕШЕНИЙ**



Вендор-зависимое ПО поставляется производителем диагностического оборудования и рабочих станций. С этим связаны его определённые преимущества:

- полная совместимость всех компонентов;
- сервисная поддержка;
- отсутствие необходимости содержать большой штат специалистов в области поддержки систем информационных технологий;
- наличие уникальных, востребованных у врачей-рентгенологов функций, которые отсутствуют в вендор-независимом ПО.

К недостаткам вендор-зависимого ПО можно отнести:

- высокую стоимость;
- невозможность его установки на рабочие станции от другого производителя;
- ограниченность функционала отдельных модулей.

По данным литературы, отмечают высокую частоту ложноположительных срабатываний такого ПО и его неравномерную эффективность в клинической практике [7–12]. Это может быть обусловлено тем, что, в отличие большинства вендор-независимых решений, основанных на методах глубокого обучения, многие вендор-зависимые решения опираются на признаки, выделенные экспертами вручную или полуавтоматически, и, следовательно, не учитывают всего многообразия [13, 14]. Однако стоит отметить, что некоторые вендор-зависимые решения всё же обладают высокой диагностической точностью. В последние годы появляются и вендор-зависимые решения, основанные на глубоком обучении, которые по точности не уступают вендор-независимому ПО. Тем не менее на данный момент их регулярная оценка качества проводится не всегда. Ещё одним недостатком вендор-зависимого ПО может быть отсутствие комплексных решений, позволяющих выявлять основные виды патологических изменений при использовании определённой модальности и анатомической области (например, по результатам компьютерной томографии органов грудной клетки, брюшной полости и др.).

Преимуществами вендор-независимых решений являются регулярные улучшения их качества, которые быстро становятся доступны конечным пользователям, а также наличие большого количества уникальных функций. Среди вендор-независимого ПО появляется всё больше комплексных решений, которые способны обнаруживать все основные виды патологии по данным определённой модальности и анатомической области. Ещё одним преимуществом вендор-независимых решений является гибкая система оплаты, которая подразумевает, что стоимость использования зависит от числа обработанных исследований<sup>18</sup>.

Необходимость дополнительной инфраструктуры можно отнести к недостаткам вендор-независимых решений. Например, небольшие медицинские организации без стабильных высокоскоростных каналов связи не смогут воспользоваться «облачными» решениями. Локальная установка некоторых вендор-независимых решений теоретически возможна, однако на практике качество их работы может быть значительно ниже, чем заявлено разработчиками [15–18]. Следует отметить, что для решения этой проблемы в России с 2020 года активно создают инфраструктуру, которая позволяет обеспечить «беспроводное» внедрение этих решений в лучевую диагностику всех регионов, а научно-обоснованная система технологических и клинических мониторингов позволяет гарантировать их высокое и стабильное качество работы<sup>19</sup> [19–22].

Помимо всего вышеперечисленного, стоит упомянуть и о перспективах развития вендор-зависимого и вендор-независимого ПО. Многие вендор-зависимые решения основаны на алгоритмах, опирающихся на ограниченный набор признаков, выбранных экспертами вручную или полуавтоматически. Для увеличения метрик их диагностической точности необходима доработка или изменение алгоритмов, лежащих в их основе, что представляется очень трудоёмким. В связи с вышеизложенным, в последнее время при разработке как вендор-зависимых, так и вендор-независимых решений компании используют глубокое обучение,

<sup>18</sup> Приказ Департамента Здравоохранения Москвы № 134 от 24 февраля 2022 г. «Об утверждении Порядка и условий проведения эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы». Режим доступа: <https://mosmed.ai/ai/docs/> Дата обращения: 10.02.2024.

<sup>19</sup> Указ Президента Российской Федерации № 490 от 10 октября 2019 г. «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями). Режим доступа: <https://base.garant.ru/72838946/> Дата обращения: 10.02.2024.

поскольку оно позволяет относительно быстро повысить метрики диагностической точности за счёт дообучения моделей на новых наборах данных [23–25]. Однако следует иметь в виду, что для обеспечения быстрого дообучения необходимы соответствующие вычислительные мощности.

## **ВЕНДОР-ЗАВИСИМЫЕ И ВЕНДОР-НЕЗАВИСИМЫЕ РЕШЕНИЯ: ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ**

Очевидна необходимость наличия системы поддержки принятия врачебных решений на АРМ врача-рентгенолога, поскольку она позволяет повысить качество диагностики и уменьшить время описания исследований [21, 26].

По нашему мнению, выбор решения в значительной степени будет обусловлен типом медицинской организации, в которой планируется применять данное ПО. При осуществлении выбора мы бы рекомендовали должностным лицам в сфере организации здравоохранения (министрам, главным врачам, их заместителям и др.) учитывать следующие типы медицинских организаций.

### **Амбулаторно-поликлинические медицинские организации**

Одна из основных функций таких организаций — профилактика заболеваний. Соответственно в них выполняют большое количество профилактических скрининговых исследований — флюорографических/рентгенографических и маммографических. Как было показано выше, вендор-зависимое и вендор-независимое ПО для этих модальностей обладают примерно одинаковым набором функций, поэтому критерием выбора станет стоимость использования в пересчёте на одно исследование.

Кроме того, в организациях амбулаторно-поликлинического звена могут выполнять компьютерную и магнитно-резонансную томографию. С учётом того, что их проводят для выявления широкого спектра заболеваний органов грудной клетки, брюшной полости, позвоночника и других областей, в данной ситуации предпочтительнее использование вендор-независимого ПО, поскольку именно оно обладает соответствующими функциями.

### **Референс-центры (дистанционные консультативные центры лучевой диагностики)**

Согласно Приказу Министерства Здравоохранения Российской Федерации № 560н от 9 июня 2020 г. «Об утверждении Правил проведения рентгенологических исследований»<sup>20</sup>, к функциям референс-центров относят:

- анализ результатов рентгенологических исследований;
- организация и проведение двойного просмотра результатов массовых профилактических осмотров (скрининга), в том числе с использованием автоматизированных систем;
- выявление и анализ причин расхождений в результатах рентгенологических исследований с разработкой и реализацией мероприятий по обеспечению качества и т. д.

В связи с этим подходы к выбору систем поддержки принятия врачебных решений могли бы быть во многом сходны с теми, что описаны для амбулаторно-поликлинических медицинских организаций. Вместе с тем необходимо учитывать особенности организации работы каждого конкретного референс-центра.

Так, в Москве лучевые исследования выполняют в амбулаторно-поликлинических медицинских организациях, а затем результаты попадают в единый радиологический информационный сервис. Именно в нём врачи-рентгенологи московского референс-центра осуществляют просмотр и описание исследований. При такой схеме организации лучевой диагностики использование вендор-зависимого ПО становится невозможно, поскольку АРМ врачей не связаны напрямую с диагностическим оборудованием.

Это не позволяет врачам использовать уникальные функции вендор-зависимого ПО, но как показал опрос, они обладают той или иной степенью практической значимости менее чем для 40% врачей.

### **Стационарные медицинские организации**

Как правило, такие медицинские организации специализируются на оказании медицинской помощи пациентам по одному или нескольким профилям. В связи с этим при отсутствии

<sup>20</sup> Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 560н от 9 июня 2020 г. «Об утверждении Правил проведения рентгенологических исследований». Режим доступа: <https://base.garant.ru/74632238/> Дата обращения: 10.02.2024.

альтернативы предлагается выбирать те решения, которые обладают необходимыми функциями. Например, в сердечно-сосудистом центре целесообразно использовать вендор-зависимое ПО, ориентированное на анализ сердечно-сосудистой системы. В учреждениях, специализирующихся на дегенеративных заболеваниях позвоночника, более оправдано применение вендор-независимого ПО с соответствующими функциями.

В случаях, когда необходимые инструменты представлены в обоих типах решений, выбор определяется уровнем развития инфраструктуры и принципом экономической целесообразности. Таким образом, оба подхода к применению ПО для анализа лучевых исследований — вендор-зависимый или вендор-независимый — остаются актуальными, а предпочтение конкретного варианта определяется особенностями медицинской организации.

### ОГРАНИЧЕНИЯ РАБОТЫ

Представленный анализ проводили на примере системы здравоохранения Москвы. Выбор предлагаемых подходов к использованию ПО для анализа лучевых исследований в других субъектах Российской Федерации и странах рекомендуется осуществлять с учётом особенностей местных систем здравоохранения.

При опросе врачи-рентгенологи оценивали значимость функций только тех решений, которые доступны им по месту работы в конкретной медицинской организации. Авторский опросник не проходил процедуру валидности и надёжности, что могло повлиять на точность измерений конструкта «практическая значимость».

Кроме того, исследование проводили в период с сентября 2023 г. по март 2024 г., в свою очередь, рынок рассматриваемых продуктов быстро меняется, а разработчики добавляют новые функции. Именно поэтому перед принятием решений о закупке того или иного ПО рекомендуем проводить дополнительный анализ рынка рассматриваемых решений.

Перечень наименований функций ПО сформулирован в соответствии с базовыми диагностическими требованиями [27], а также информацией, представленной на сайтах компаний-производителей.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, только половина функций встроенного вендор-зависимого и вендор-независимого ПО, доступных для использования в Москве, совпадают.

Уникальные функции встроенного вендор-зависимого и вендор-независимого ПО определяют выбор в пользу определённого решения в зависимости от потребностей врачей-рентгенологов конкретной медицинской организации. В случае необходимости возможно одновременно использовать оба типа ПО. Почти 2/3 функций встроенного вендор-зависимого ПО (64,7%), используемого врачами-рентгенологами Москвы, могут быть реализованы с помощью вендор-независимых решений. В таких условиях выбор ПО следует осуществлять с учётом развитости инфраструктуры и экономической целесообразности.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Приложение 1.** Опросник для оценки практической значимости основных функций вендор-зависимого программного обеспечения. doi: 10.17816/DD631519-4379059

**Приложение 2.** Функциональные возможности встроенных вендор-зависимых и вендор-независимых решений. doi: 10.17816/DD631519-4379066

**Вклад авторов.** Ю.А. Васильев — концепции работы; Е.А. Славущева — сбор и анализ литературных данных, написание и редактирование текста рукописи; М.А. Зеленова — сбор и анализ литературных данных, создание опросника и проведение опроса; И.М. Шулькин, К.М. Арзамасов — концепция работы, редактирование текста рукописи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

**Благодарности.** Авторы благодарят Р.Н. Ахметова за консультацию по текущим потребностям врачей в использовании систем поддержки принятия врачебных решений, а также С.В. Михайлина и Д.В. Козлова за аналитику рынка автоматизированных рабочих мест врачей-рентгенологов.



**Этическая экспертиза.** Данное исследование основано на результатах Эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы, утверждённого этическим комитетом (выписка из протокола № 2 НЭК МРО РОПР от 20.02.2020), также зарегистрированного на ClinicalTrials (NCT04489992).

**Источник финансирования.** Данная статья подготовлена авторским коллективом в рамках научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы «Разработка платформы повышения качества ИИ-Сервисов для медицинской диагностики» (ЕГИСУ: № 123031400006-0) в соответствии с Приказом № 1196 от 21 декабря 2022 г. «Об утверждении государственных заданий, финансовое обеспечение которых осуществляется за счёт 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.

**Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

**Доступ к данным.** Все данные, полученные в настоящем исследовании, доступны в статье и в приложении к ней. В частности, в Приложении 1 и 2.

**Генеративный искусственный интеллект.** При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

**Рассмотрение и рецензирование.** Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два члена редакционной коллегии журнала.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Supplement 1:** Questionnaire for assessing the practical significance of the main functions of vendor-dependent software. doi: 10.17816/DD631519-4379064

**Supplement 2:** Functionality of embedded vendor-dependent and vendor-independent solutions. doi: 10.17816/DD631519-4379067

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Shulkin IM, Vladzimirsky AV. Data-based Management in Imaging: Evaluation of the Performance of a Unified Radiological Information Service Model. *Manager Zdravoochranenia*. 2022;(7):68–80. doi: [10.21045/1811-0185-2022-7-68-80](https://doi.org/10.21045/1811-0185-2022-7-68-80) EDN: [IYPKHK](https://doi.org/10.17816/DD631519-4379064)
2. Finakov AS. Information Technologies in Medicine. *Scientific Journal of Academy*. 2022;(3):63–67. EDN: [WSNKRW](https://doi.org/10.17816/DD631519-4379067)
3. Morozov SP, Vladzimirsky AV, Ledikhova NV, et al. Moscow Experiment on Computer Vision in Radiology: Involvement and Participation of Radiologists. *Medical Doctor and IT*. 2020;(4):14–23. doi: [10.37690/1811-0193-2020-4-14-23](https://doi.org/10.37690/1811-0193-2020-4-14-23) EDN: [VEWG XO](https://doi.org/10.17816/DD631519-4379067)
4. Guo Z, Xie J, Wan Y, et al. A Review of the Current State of the Computer-Aided Diagnosis (CAD) Systems for Breast Cancer Diagnosis. *Open Life Sciences*. 2022;17(1):1600–1611. doi: [10.1515/biol-2022-0517](https://doi.org/10.1515/biol-2022-0517) EDN: [RSGRVD](https://doi.org/10.17816/DD631519-4379067)
5. Fujita H. AI-based Computer-Aided Diagnosis (AI-CAD): The Latest Review to Read First. *Radiological Physics and Technology*. 2020;13(1):6–19. doi: [10.1007/s12194-019-00552-4](https://doi.org/10.1007/s12194-019-00552-4) EDN: [JHXXPS](https://doi.org/10.17816/DD631519-4379067)
6. Mayo RC, Kent D, Sen LC, et al. Reduction of False-Positive Markings on Mammograms: a Retrospective Comparison Study Using an Artificial Intelligence-Based CAD. *Journal of Digital Imaging*. 2019;32(4):618–624. doi: [10.1007/s10278-018-0168-6](https://doi.org/10.1007/s10278-018-0168-6) EDN: [BHBLVP](https://doi.org/10.17816/DD631519-4379067)
7. Kohli A, Jha S. Why CAD Failed in Mammography. *Journal of the American College of Radiology*. 2018;15(3):535–537. doi: [10.1016/j.jacr.2017.12.029](https://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.12.029)

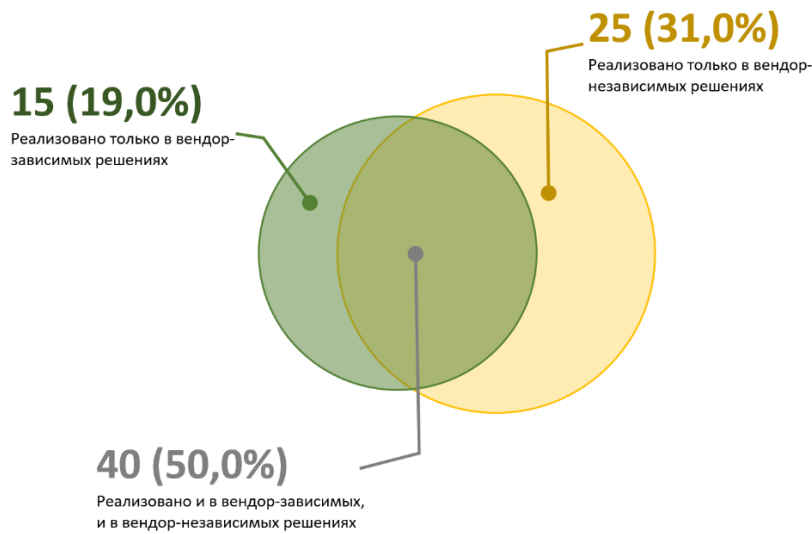
8. Lehman CD, Wellman RD, Buist DSM, et al. Diagnostic Accuracy of Digital Screening Mammography With and Without Computer-Aided Detection. *JAMA Internal Medicine*. 2015;175(11):1828. doi: [10.1001/jamainternmed.2015.5231](https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.5231)
9. Fenton JJ, Taplin SH, Carney PA, et al. Influence of Computer-Aided Detection on Performance of Screening Mammography. *New England Journal of Medicine*. 2007;356(14):1399–1409. doi: [10.1056/NEJMoa066099](https://doi.org/10.1056/NEJMoa066099)
10. Gilbert FJ, Astley SM, Gillan MGC, et al. Single Reading with Computer-Aided Detection for Screening Mammography. *New England Journal of Medicine*. 2008;359(16):1675–1684. doi: [10.1056/NEJMoa0803545](https://doi.org/10.1056/NEJMoa0803545)
11. Tchou PM, Haygood TM, Atkinson EN, et al. Interpretation Time of Computer-aided Detection at Screening Mammography. *Radiology*. 2010;257(1):40–46. doi: [10.1148/radiol.10092170](https://doi.org/10.1148/radiol.10092170)
12. Philpotts LE. Can Computer-aided Detection Be Detrimental to Mammographic Interpretation? *Radiology*. 2009;253(1):17–22. doi: [10.1148/radiol.2531090689](https://doi.org/10.1148/radiol.2531090689)
13. Khanna NN, Maindarkar MA, Viswanathan V, et al. Economics of Artificial Intelligence in Healthcare: Diagnosis vs. Treatment. *Healthcare*. 2022;10(12):2493. doi: [10.3390/healthcare10122493](https://doi.org/10.3390/healthcare10122493) EDN: [UDQHMZ](#)
14. Xing X, Zhao X, Wei H, Li Y. Diagnostic Accuracy of Different Computer-Aided Diagnostic Systems for Prostate Cancer Based on Magnetic Resonance Imaging. *Medicine*. 2021;100(3):e23817. doi: [10.1097/md.00000000000023817](https://doi.org/10.1097/md.00000000000023817) EDN: [EUAPKQ](#)
15. Hadjiiski L, Cha K, Chan HP, et al. AAPM Task Group Report 273: Recommendations on Best Practices for AI and Machine Learning for Computer-Aided Diagnosis in Medical Imaging. *Medical Physics*. 2023;50(2):e1–e24. doi: [10.1002/mp.16188](https://doi.org/10.1002/mp.16188) EDN: [RFUOEA](#)
16. Roberts M, Driggs D, Thorpe M, et al; AIX-COVNET. Common Pitfalls and Recommendations for Using Machine Learning to Detect and Prognosticate for COVID-19 Using Chest Radiographs and CT Scans. *Nature Machine Intelligence*. 2021;3(3):199–217. doi: [10.1038/s42256-021-00307-0](https://doi.org/10.1038/s42256-021-00307-0) EDN: [YFUJIA](#)
17. Gu Y, Chi J, Liu J, et al. A Survey of Computer-Aided Diagnosis of Lung Nodules from CT Scans Using Deep Learning. *Computers in Biology and Medicine*. 2021;137:104806. doi: [10.1016/j.compbiomed.2021.104806](https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104806) EDN: [LPGPQM](#)
18. Aggarwal R, Sounderajah V, Martin G, et al. Diagnostic Accuracy of Deep Learning in Medical Imaging: A Systematic Review and Meta-analysis. *NPJ Digital Medicine*. 2021;4(1):65–65. doi: [10.1038/s41746-021-00438-z](https://doi.org/10.1038/s41746-021-00438-z) EDN: [RYOQDM](#)
19. Vladzimirskyy AV, Vasilev YuA, Arzamasov KM, et al. *Computer Vision in Radiation Diagnostics: The First Stage of the Moscow Experiment*. Moscow: Izdatel'skie resheniya; 2023. ISBN: 978-5-0059-3043-9 (In Russ.) EDN: [FOYLXK](#)
20. Morozov SP, Vladzimirskyy AV, Shulkin IM, et al. Feasibility of Using Artificial Intelligence in Radiology (First Year of Moscow Experiment on Computer Vision). *Medical Doctor and IT*. 2022;(1):12–29. doi: [10.25881/18110193\\_2022\\_1\\_12](https://doi.org/10.25881/18110193_2022_1_12) EDN: [UCHWWP](#)
21. Vasilev YuA, Vladzimirskyy AV, Bondarchuk DV, et al. Importance of Artificial Intelligence Technologies to Prevent Defects in Radiologist's Practice. *Medical Doctor and IT*. 2023;(2):16–27. doi: [10.25881/18110193\\_2023\\_2\\_16](https://doi.org/10.25881/18110193_2023_2_16) EDN: [SYZAOQ](#)
22. Vasilev YuA, Vladzimirskyy AV, Omelyanskaya OV, et al. Review of Meta-analyses on the Use of Artificial Intelligence in Radiology. *Medical Visualization*. 2024;28(3):22–41. doi: [10.24835/1607-0763-1425](https://doi.org/10.24835/1607-0763-1425) EDN: [QYASNZ](#)
23. Kim DW, Jang HY, Kim KW, et al. Design Characteristics of Studies Reporting the Performance of Artificial Intelligence Algorithms for Diagnostic Analysis of Medical Images: Results from Recently Published Papers. *Korean Journal of Radiology*. 2019;20(3):405–410. doi: [10.3348/kjr.2019.0025](https://doi.org/10.3348/kjr.2019.0025)
24. Nam JG, Hwang EJ, Kim J, et al. AI Improves Nodule Detection on Chest Radiographs in a Health Screening Population: A Randomized Controlled Trial. *Radiology*. 2023;307(2):e221894. doi: [10.1148/radiol.221894](https://doi.org/10.1148/radiol.221894) EDN: [ZXSHYF](#)
25. Yu X, Wang J, Hong QQ, et al. Transfer Learning for Medical Images Analyses: A survey. *Neurocomputing*. 2022;489:230–254. doi: [10.1016/j.neucom.2021.08.159](https://doi.org/10.1016/j.neucom.2021.08.159) EDN: [NQEUQB](#)
26. Vladzimirskyy AV, Kudryavtsev ND, Kozhikhina DD, et al. Effectiveness of Using Artificial Intelligence Technologies for Dual Descriptions of the Results of Preventive Lung Examinations. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2022;25(7):7–15. doi: [10.17116/profmed2022250717](https://doi.org/10.17116/profmed2022250717) EDN: [JNUMFN](#)

27. Morozov SP, Abuladze LR, Andreychenko AE, et al. Basic Recommendations for the Operation of Artificial Intelligence Services for Radiation Diagnostics. Moscow: Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies; 2022. (In Russ.) EDN: [EHQKPW](#)

## ОБ АВТОРАХ/ AUTHORS' INFO

|                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Автор, ответственный за переписку:                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                     |
| * <b>Арзамасов Кирилл Михайлович</b> , д-р мед. наук;<br>адрес: Россия, 127051, г. Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1;<br>ORCID: 0000-0001-7786-0349;<br>eLibrary SPIN: 3160-8062;<br>e-mail: ArzamasovKM@zdrav.mos.ru | * <b>Kirill M. Arzamasov</b> , MD, Dr. Sci. (Medicine);<br>address: 24 Petrovka st, bldg 1, Moscow, Russia, 127051;<br>ORCID: 0000-0001-7786-0349;<br>eLibrary SPIN: 3160-8062;<br>e-mail: ArzamasovKM@zdrav.mos.ru |
| Соавторы (должны быть приведены в порядке их перечисления в списке авторов рукописи):                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Васильев Юрий Александрович</b> , канд. мед. наук;<br>ORCID: 0000-0002-5283-5961;<br>eLibrary SPIN: 4458-5608;<br>e-mail: <a href="mailto:VasilevYA1@zdrav.mos.ru">VasilevYA1@zdrav.mos.ru</a>                       | <b>Yuriy A. Vasilev</b> , MD, Cand. Sci. (Medicine);<br>ORCID: 0000-0002-5283-5961;<br>eLibrary SPIN: 4458-5608;<br>e-mail: <a href="mailto:VasilevYA1@zdrav.mos.ru">VasilevYA1@zdrav.mos.ru</a>                    |
| <b>Славущева Екатерина Алексеевна</b> ;<br>ORCID: 0009-0009-1315-0829;<br>e-mail: <a href="mailto:SlavuschevaEA1@zdrav.mos.ru">SlavuschevaEA1@zdrav.mos.ru</a>                                                          | <b>Ekaterina A. Slavushcheva</b> , MD;<br>ORCID: 0009-0009-1315-0829;<br>e-mail: <a href="mailto:SlavuschevaEA1@zdrav.mos.ru">SlavuschevaEA1@zdrav.mos.ru</a>                                                       |
| <b>Зеленова Мария Александровна</b> , канд. биол. наук;<br>ORCID: 0000-0001-7458-5396;<br>eLibrary SPIN: 3823-6872;<br>e-mail: ZelenovaMA@zdrav.mos.ru                                                                  | <b>Maria A. Zelenova</b> , Cand. Sci. (Biology);<br>ORCID: 0000-0001-7458-5396;<br>eLibrary SPIN: 3823-6872;<br>e-mail: ZelenovaMA@zdrav.mos.ru                                                                     |
| <b>Шулькин Игорь Михайлович</b> , канд. мед. наук;<br>ORCID: 0000-0002-7613-5273;<br>eLibrary SPIN: 5266-0618;<br>e-mail: ShulkinIM@zdrav.mos.ru                                                                        | <b>Igor M. Shulkin</b> , MD, Cand. Sci. (Medicine);<br>ORCID: 0000-0002-7613-5273;<br>eLibrary SPIN: 5266-0618;<br>e-mail: ShulkinIM@zdrav.mos.ru                                                                   |

РИСУНКИ



ation

Рис. 1. Количество функций в зависимости от их реализации в вендор-зависимых и вендор-независимых решениях.

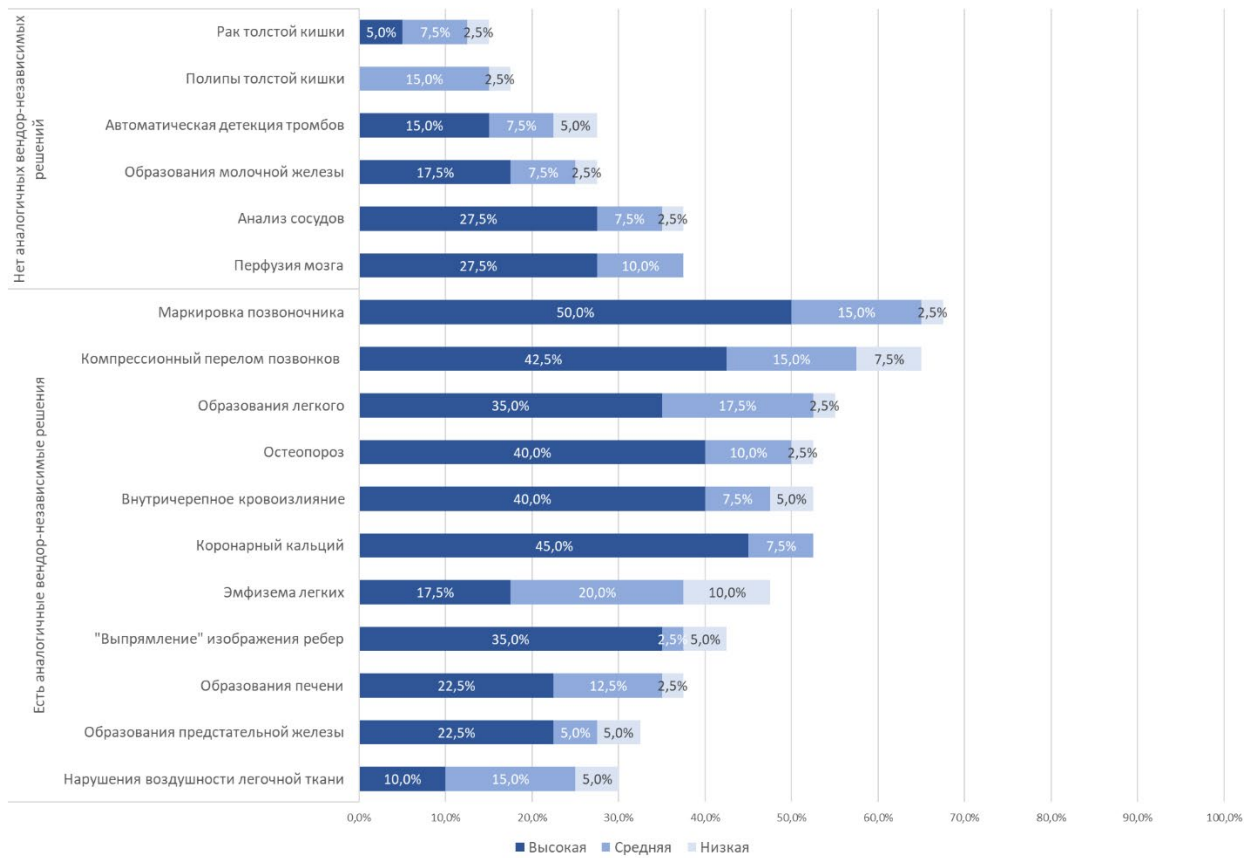


Рис. 2. Практическая значимость основных функций вендор-зависимого программного обеспечения, по данным опроса врачей-рентгенологов: результаты представлены в виде процента общего числа опрошенных.



## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение 1.** Опросник для оценки практической значимости основных функций вендор-зависимого программного обеспечения

| Функция (определение патологического признака/размеров) | Варианты ответов                       |                                        |                                       |                                                    |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1. Рак толстой кишки                                    | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 2. Полипы толстой кишки                                 | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 3. Автоматическая детекция тромбов                      | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 4. Образования молочной железы                          | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 5. Анализ сосудов                                       | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 6. Перфузия мозга                                       | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 7. Маркировка позвоночника                              | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 8. Компрессионный перелом позвонков                     | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 9. Образования лёгких                                   | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 10. Остеопороз                                          | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 11. Внутречерепное кровоизлияние                        | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 12. Коронарный кальций                                  | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 13. Эмфизема лёгких                                     | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 14. «Выпрямление» изображения лёгких                    | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 15. Образования печени                                  | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 16. Образования простаты                                | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |
| 17. Нарушения воздушности лёгочной ткани                | <input type="radio"/> Высокая важность | <input type="radio"/> Средняя важность | <input type="radio"/> Низкая важность | <input type="radio"/> Не использовал(-а) / не знаю |

*Примечание.* Уважаемый участник! Как Вам, вероятно, известно, в настоящий момент вендор-зависимое программное обеспечение способно автоматически обнаруживать определённые патологические изменения, основные из которых представлены в данном приложении. Для каждого патологического изменения укажите, насколько важна функция их автоматического обнаружения/измерения в Вашей практической деятельности. Если ранее Вы никогда не использовали такую функцию или затрудняетесь с ответом, то выберите вариант «Не использовал(-а)/не знаю».

Приложение 2. Функциональные возможности встроенных вендор-зависимых и вендор-независимых решений

| Область исследования    | Функция (определение патологического признака/размеров)       | Программные обеспечения |       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|
|                         |                                                               | B3                      | BH    |
| Рентгенография          |                                                               |                         |       |
| Голова                  | Синуситы                                                      | +                       | +     |
|                         | Итого                                                         | 1/1                     | 1/1   |
| Органы грудной клетки   | Рентгенологические признаки туберкулёза                       | +                       | +     |
|                         | Рентгенологические признаки пневмонии                         | +                       | +     |
|                         | Рентгенологические признаки гнойных и некротических состояний | +                       | +     |
|                         | Объёмное образование лёгких                                   | +                       | +     |
|                         | Плевральный выпот                                             | +                       | +     |
|                         | Пневмоторакс                                                  | +                       | +     |
|                         | Ателектаз                                                     | +                       | +     |
|                         | Патология средостения                                         | —                       | +     |
|                         | Кардиомегалия                                                 | +                       | +     |
|                         | Перелом рёбер                                                 | +                       | +     |
|                         | Инородные тела                                                | +                       | —     |
|                         | Итого                                                         | 10/11                   | 10/11 |
| Органы брюшной полости  | Диафрагмальные/вентральные грыжи                              | +                       | —     |
|                         | Итого                                                         | 1/1                     | 0/1   |
| Позвоночник             | Перелом тел позвонков                                         | +                       | +     |
|                         | Остеохондроз                                                  | +                       | +     |
|                         | Сколиоз                                                       | +                       | +     |
|                         | Спондилолистез                                                | +                       | +     |
|                         | Итого                                                         | 4/4                     | 4/4   |
| Суставы/кости           | Перелом лучезапястный сустав                                  | +                       | +     |
|                         | Перелом плечевой сустав                                       | +                       | +     |
|                         | Перелом тазобедренный сустав                                  | +                       | +     |
|                         | Перелом голеностопный сустав                                  | +                       | +     |
|                         | Артроз тазобедренный сустав                                   | +                       | +     |
|                         | Артроз коленный сустав                                        | +                       | +     |
|                         | Опухоли костей                                                | +                       | —     |
|                         | Итого                                                         | 7/7                     | 6/7   |
| Стопа                   | Поперечное, продольное плоскостопие                           | +                       | +     |
|                         | Итого                                                         | 1/1                     | 1/1   |
| Маммография             |                                                               |                         |       |
| Молочные железы         | Рак молочной железы                                           | +                       | +     |
|                         | Итого                                                         | 1/1                     | 1/1   |
| Компьютерная томография |                                                               |                         |       |
| Головной мозг           | Внутричерепное кровоизлияние                                  | +                       | +     |
|                         | Ишемический инсульт                                           | +                       | +     |
|                         | Рутинные измерения структур головного мозга                   | —                       | +     |
|                         | Аневризмы головного мозга                                     | +                       | —     |
|                         | Итого                                                         | 3/4                     | 3/4   |
| Органы грудной клетки   | Нарушения воздушности лёгочной ткани                          | +                       | +     |
|                         | Образования лёгкого                                           | +                       | +     |
|                         | Эмфизема лёгких                                               | +                       | +     |
|                         | Туберкулёз                                                    | —                       | +     |
|                         | Саркоидоз                                                     | —                       | +     |
|                         | Бронхоэктатическая болезнь                                    | —                       | +     |
|                         | Гидроторакс                                                   | —                       | +     |
|                         | Перелом рёбер                                                 | —                       | +     |
|                         | Увеличение внутригрудных лимфатических узлов                  | —                       | +     |
|                         | Коронарный кальций                                            | +                       | +     |
|                         | Паракардиальный жир                                           | —                       | +     |
|                         | Остеопороз                                                    | —                       | +     |
|                         | Очаговые изменения скелета органов грудной клетки             | —                       | +     |

| Область исследования                   | Функция (определение патологического признака/размеров)             | Программные обеспечения |              |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|
|                                        |                                                                     | ВЗ                      | ВН           |
| Область исследования                   | Анализ сосудов                                                      | +                       | —            |
|                                        | Образования надпочечников                                           | —                       | +            |
|                                        | Образования молочной железы                                         | +                       | —            |
|                                        | Диаметр грудной аорты                                               | +                       | +            |
|                                        | Диаметр лёгочного ствола                                            | —                       | +            |
|                                        | Автоматическая детекция тромбов                                     | +                       | —            |
|                                        | 3D моделирование сосудов                                            | +                       | —            |
|                                        | Спектральный анализ сосудов и сердца                                | +                       | —            |
|                                        | Планирование оперативного вмешательства на сосудах                  | +                       | —            |
|                                        | «Выпрямление» изображения рёбер                                     | +                       | +            |
|                                        | Автоматическая сегментация сердца                                   | +                       | —            |
|                                        | <b>Итого</b>                                                        | <b>13/24</b>            | <b>18/24</b> |
| Органы брюшной полости                 | Мочекаменная болезнь                                                | —                       | +            |
|                                        | Образования надпочечников                                           | —                       | +            |
|                                        | Образования почек                                                   | —                       | +            |
|                                        | Образования печени                                                  | +                       | +            |
|                                        | Желчнокаменная болезнь (калькулёзная форма)                         | —                       | +            |
|                                        | Полипы толстой кишки                                                | +                       | —            |
|                                        | Рак толстой кишки                                                   | +                       | —            |
|                                        | Аневризма брюшной аорты                                             | —                       | +            |
|                                        | Остеопороз                                                          | +                       | +            |
|                                        | Компрессионный перелом позвонков                                    | +                       | +            |
|                                        | Очаговые изменения скелета органов брюшной полости и таза           | —                       | +            |
|                                        | Маркировка позвоночника                                             | +                       | +            |
|                                        | Рутинные измерения почки                                            | +                       | +            |
|                                        | Рутинные измерения печени                                           | +                       | +            |
|                                        | Рутинные измерения поджелудочной железы                             | +                       | +            |
|                                        | Рутинные измерения селезёнки                                        | +                       | +            |
|                                        | <b>Итого</b>                                                        | <b>10/16</b>            | <b>14/16</b> |
| <i>Магнитно-резонансная томография</i> |                                                                     |                         |              |
| Головной мозг                          | Рассеянный склероз                                                  | —                       | +            |
|                                        | Образования                                                         | —                       | +            |
|                                        | Перфузия мозга                                                      | +                       | —            |
|                                        | Рутинные измерения структур головного мозга                         | +                       | +            |
|                                        | <b>Итого</b>                                                        | <b>2/4</b>              | <b>3/4</b>   |
| Позвоночник                            | Очаговые изменения костной структуры позвонков                      | —                       | +            |
|                                        | Протрузии и грыжи межпозвонковых дисков, стеноз позвоночного канала | —                       | +            |
|                                        | <b>Итого</b>                                                        | <b>0/2</b>              | <b>2/2</b>   |
| Органы малого таза                     | Рутинные измерения простаты                                         | +                       | —            |
|                                        | Рутинные измерения матки                                            | —                       | +            |
|                                        | Образования простаты                                                | +                       | +            |
|                                        | <b>Итого</b>                                                        | <b>2/3</b>              | <b>2/3</b>   |
| Коленный сустав                        | Повреждение суставного хряща (хондромалиция)                        | —                       | +            |
|                                        | <b>Итого</b>                                                        | <b>0/1</b>              | <b>1/1</b>   |
| <b>Итого всего</b>                     |                                                                     | <b>55/80</b>            | <b>65/80</b> |

Примечание. ВЗ — вендор-зависимое; ВН — вендор-независимое.