

На правах рукописи

КУДРЯВЦЕВ НИКИТА ДМИТРИЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ВРАЧЕЙ-РЕНТГЕНОЛОГОВ В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЗАЦИИ
ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПРОЦЕССА ОПИСАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

3.2.3. – Общественное здоровье, организация и социология здравоохранения, медико-социальная экспертиза (медицинские науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Работа выполнена в государственном бюджетном учреждении здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»

Научный руководитель:

Доктор медицинских наук

**Владимирский
Антон Вячеславович**

Официальные оппоненты:

Доктор медицинских наук, доцент, декан лечебного факультета ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Варакина
Жанна Леонидовна**

Доктор медицинских наук, доцент, учёный секретарь учёного совета ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Люцко
Василий Васильевич**

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «23» октября 2024 года в 14 часов на заседании диссертационного совета 21.3.054.05 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 125993, г. Москва, ул. Баррикадная, д.2, стр.1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России по адресу: 125445, г. Москва, ул. Беломорская, д. 19/38 и на сайте <https://www.rmapo.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2024 года.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук,
профессор

Меньшикова Лариса Ивановна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

В условиях постоянно увеличивающейся доступности рентгенологических исследований, в том числе высокотехнологичных методов визуализации, таких как компьютерная и магнитно-резонансная томография, и сохраняющегося кадрового дефицита и дисбаланса особую актуальность приобретает проблема оптимизации рабочего процесса врачей-рентгенологов с целью повышения эффективности их деятельности и обеспечения высокого качества диагностики (F. Chokshi et al., 2015; И.Е. Тюрин, 2018; П.В. Шелехов, 2019; И.В. Шахабов, Ю.Ю. Мельников, А.В. Смышляев, 2020; О.В. Козлова, Т.Н Трофимова, 2023; Л.В. Григорьева, А.О. Ефименков, И.М. Клещунцова, 2023; Ю.А. Васильев и соавт., 2024).

Анализ рабочей нагрузки медицинских специалистов свидетельствует о том, что она обусловлена не только объемом оказываемых услуг, но и существенными временными затратами на работу с медицинской документацией (от 37% до 72% рабочего времени), что негативно сказывается на эффективности их основной деятельности (В.И. Вечорко, 2016; А.Т. Берозашвили, Ю.П. Линец, Е.Н. Пенюгина, 2017; О.В. Каплиева, 2018; И.В. Рябчиков, 2018; М.А. Иванова, О.В. Армашевская, В.В. Люцко, 2019; А.А. Мухоморов et al., 2021). Данная проблема актуальна и для врачей-рентгенологов (M. Vogel et al., 2015; K. Saxena et al., 2018).

Важным аспектом оптимизации рабочего процесса врачей-рентгенологов является внедрение современных цифровых технологий (Т.Е. Мохначева, Ю.Ю. Моногарова, Ж.Л. Варакина, 2022). В частности, системы распознавания речи имеют высокий потенциал по сокращению времени оформления медицинской документации, однако их эффективность требует дополнительного изучения.

В ответ на сохраняющийся кадровый дефицит и дисбаланс в здравоохранении была предложена концепция референс-центра, предлагающая новый подход к организации описания рентгенологических исследований (С.П. Морозов и соавт., 2019; Е.А. Коган и соавт., 2022; Л.С. Урусова и соавт., 2022). Данная концепция направлена на повышение эффективности использования кадровых ресурсов и оптимизацию рабочих процессов за счёт их централизации. Как отмечают Ю.А. Васильев и соавт. (2024), централизация описания рентгенологических исследований позволила улучшить качество работы медицинских работников и ускорить интерпретацию исследований.

Кроме того, в контексте централизации процесса описания рентгенологических исследований возникает необходимость в разработке и оценке новых организационных подходов, учитывающих специфику работы референс-центров и направленных на повышение эффективности использования кадровых ресурсов (I.N. Aas, 2006; P. Lakhani et al, 2022).

В связи с этим, одной из важных задач для обеспечения высокого качества оказания медицинской помощи в условиях повышающегося спроса на диагностические исследования, является оптимизация рабочих процессов врачей-рентгенологов, в том числе, сокращение длительности работы с медицинской документацией за счёт применения цифровых технологий (В.Е. Сеницын, М.А. Комарова, Е.А. Мершина, 2014; С.П. Морозов и соавт., 2022).

Степень разработанности темы исследования

Вопросам организации работы врачей-рентгенологов с применением информационных технологий посвящено достаточное количество работ, однако подавляющее большинство из них направлены на оптимизацию процесса интерпретации изображений, а не на работу с медицинской документацией (С.П. Морозов и соавт., 2020; А.В. Владзимирский и соавт., 2022; Ю.А. Васильев и

соавт., 2023). Единичные отечественные работы посвящены вопросам подготовки протоколов рентгенологических исследований и влиянию информационных технологий на длительность заполнения медицинской документации (В.Е. Сеницын, М.А. Комарова, Е.А. Мершина, 2014; С.П. Морозов и соавт., 2022).

В отечественной литературе практически не изучена роль систем распознавания речи в заполнении медицинской документации (А.И. Храмцов, Г.Ф. Храмцова, 2021; А.В. Шабунин и соавт., 2023). Не определена методология адаптации и внедрения подобных технологий в деятельность рентгеновских отделений. Не изучено влияние адаптированных систем распознавания речи на скорость подготовки протоколов рентгенологических исследований и отношение врачей-рентгенологов к подобным технологиям.

В свою очередь, вопросам применения систем распознавания речи посвящено достаточное количество зарубежных работ, что, в первую очередь, связано с разными историческими подходами к формированию протоколов рентгенологических исследований, сложившимися в отечественной и зарубежных системах здравоохранения (J.D. Houston, F.W Rupp, 2000; I. Hammana et al., 2015; A. Al-Aiad et al., 2020).

Таким образом, исследования по разработке и научному обоснованию внедрения организационных технологий с применением адаптированной системы распознавания речи, направленных на повышения результативности деятельности врачей-рентгенологов в условиях централизации процесса описания результатов диагностических исследований, до настоящего времени не проводились. Данные обстоятельства обуславливают высокий уровень актуальности настоящего исследования и определяют его цель и задачи.

Цель исследования

Научное обоснование организационной технологии повышения результативности деятельности врачей-рентгенологов в условиях централизации процесса описания результатов диагностических исследований.

Задачи исследования

1. Провести анализ структуры рентгенологических исследований и показателей деятельности рентгеновских отделений медицинских организаций, оказывающих помощь в амбулаторных и стационарных условиях за 2016-2022 гг.
2. Провести анализ обеспеченности врачами-рентгенологами и показателей их деятельности в рентгеновских отделениях медицинских организаций, оказывающих помощь в амбулаторных и стационарных условиях за 2016-2022 гг.
3. Исследовать содержание и виды деятельности врачей-рентгенологов в медицинских организациях, оказывающих помощь в амбулаторных и стационарных условиях.
4. Разработать организационную технологию повышения результативности деятельности врачей-рентгенологов с использованием адаптированной системы распознавания речи для описания результатов диагностических исследований и изучить отношение врачей-рентгенологов к ее внедрению.
5. Оценить результативность разработанной организационной технологии с использованием адаптированной системы распознавания речи в условиях организации централизованного процесса описания рентгенологических исследований.

Научная новизна

Выявлена трансформация структуры рентгенологических исследований за счет сокращения общего количества исследований при значительном увеличении высокотехнологичных методов визуализации, таких как компьютерная и магнитно-резонансная томография, что сопровождается повышением нагрузки на врачей-рентгенологов и указывает на качественные изменения в деятельности рентгеновских отделений

Установлены особенности использования ресурсов рентгеновских отделений, выражающиеся в значительном повышении эффективности эксплуатации КТ и МРТ-аппаратов при одновременном незначительном изменении их количества.

Проведен анализ структуры рабочего времени врачей-рентгенологов, в результате которого, было выявлено преобладание затрат времени на работу с медицинской документацией в рабочем процессе.

Получены новые данные о возможностях совершенствования процессов работы с медицинской документацией за счет внедрения адаптированной системы распознавания речи для подготовки протоколов рентгенологических исследований.

Разработан тезаурус рентгенологических терминов, проведена адаптация системы распознавания речи, благодаря чему точность распознавания специализированной рентгенологической лексики повышена до 98%.

Выявлено преимущественно положительное отношение врачей-рентгенологов к внедрению адаптированной системы распознавания речи. Определено влияние индивидуально-психологических черт врачей-рентгенологов на вовлеченность в использование инновационных технологий в здравоохранении.

Определено, что разработанная организационная технология с применением адаптированной системы распознавания речи позволяет сократить длительность заполнения протоколов рентгенологическим исследований на 29,5% ($p < 0,0001$) и оптимизировать процесс работы с медицинской документацией.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

На основе анализа основных показателей деятельности рентгеновских отделений в медицинских организациях Департамента здравоохранения города Москвы, расчёта рабочей нагрузки врачей-рентгенологов и хронометража рабочих процессов врачей-рентгенологов обоснована необходимость совершенствования процесса подготовки протоколов рентгенологических исследований.

Предложены поправочные коэффициенты для расчёта рабочей нагрузки врачей-рентгенологов, основанные на длительности подготовки протоколов рентгенологических исследований разных типов.

Определены требования к системам распознавания речи, обеспечивающие высокое качество распознавания специализированной медицинской лексики.

Определены ключевые типы электронных медицинских документов для использования с адаптированной системой распознавания речи.

На примере рентгенологической лексики и терминологии описана методология адаптации систем распознавания речи для применения в узкоспециализированных областях медицины.

Сформулированы предложения по адаптации системы распознавания речи для внедрения в других медицинских специальностях.

Разработано приложение для ЭВМ для автоматизированного статистического анализа медицинских хронометражных данных.

Разработан информационный и учебно-методический комплекс для внедрения адаптированной системы распознавания речи в рентгеновских отделениях.

Сформированы предложения по совершенствованию процесса подготовки протоколов рентгенологических исследований и повышению результативности

врачей-рентгенологов путём внедрения и применения адаптированных систем распознавания речи.

Представлены методические рекомендации для руководителей рентгеновских отделений по оснащению автоматизированных рабочих мест врачей-рентгенологов с учётом применения адаптированной системы распознавания речи для подготовки протоколов диагностических исследований.

Обосновано использование результатов исследования в деятельности рентгеновских отделений для подготовки протоколов рентгенологических исследований.

Методология и методы исследования

Теоретической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных авторов, нормативные правовые акты Российской Федерации. Применена методология комплексного медико-социологического исследования. В работе использованы социологический, аналитический, статистический методы, хронометражное исследование, метод организационного моделирования и организационного эксперимента.

Область исследования: профессиональная деятельность врачей-рентгенологов в условиях растущего спроса на томографические исследования, оптимизации загрузки диагностического оборудования и внедрения цифровых технологий в лучевую диагностику, а также процесс адаптации и внедрения системы распознавания речи для повышения эффективности работы специалистов.

Объект исследования: организация работы рентгеновских отделений и центров лучевой диагностики и рабочего процесса врачей-рентгенологов в условиях современных технологических и организационных изменений.

Предмет исследования: факторы, влияющие на эффективность профессиональной деятельности врачей-рентгенологов, включая рабочую нагрузку, процесс подготовки медицинской документации и использование инновационных технологий в диагностической практике.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Изменение структуры приводимых рентгенологических исследований, связанное с уменьшением общего количества рентгенологических исследований с одновременным ростом количества сложных томографических исследований, и увеличением рабочей нагрузки на фоне низкой обеспеченности и укомплектованности врачами-рентгенологами обуславливает необходимость усовершенствования организационных процессов в рентгеновских отделениях и трудовой деятельности врачей-рентгенологов.
2. Изучение структуры затрат рабочего времени врачей-рентгенологов позволяет выявить преобладание временных затрат на работу с медицинской документацией, что является основой для разработки организационной технологии, повышающей эффективность профессиональной деятельности врачей-рентгенологов.
3. Внедрение адаптированной системы распознавания речи в рабочий процесс врачей-рентгенологов позволит существенно сократить время, затрачиваемое на подготовку медицинской документации, и увеличить долю рабочего времени, отводимого на непосредственную диагностическую деятельность.

Этические аспекты

Составленная для исследования база данных не содержала личных или иных данных, позволяющих персонифицировать отдельные случаи наблюдений. На

проведение исследования получено разрешение Независимого этического комитета Московского регионального отделения Российского общества рентгенологов и радиологов (НЭК МРО РОРР) (протокол № 07/2022 от 22.09.2022 г.).

Связь работы с научными программами

Научное исследование выполнялось в рамках реализации научной темы НИР «Медико-экономическое обоснование ценностно-ориентированного подхода в организации деятельности подразделений службы лучевой диагностики» (№ ЕГИСУ: АААА-А21-121012290080-8) и НИР «Научно-методические основы цифровой трансформации службы лучевой диагностики» (№ ЕГИСУ: № 123031400118-0).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Научные положения диссертационного исследования соответствуют пунктам 14 и 18 паспорта научной специальности 3.2.3. – Общественное здоровье, организация и социология здравоохранения, медико-социальная экспертиза (медицинские науки).

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность результатов исследования, выводов, практических рекомендаций и положений, выносимых на защиту, основывается на достаточном по репрезентативности материале, использовании современных методов исследования. Достоверность результатов исследования также подтверждается применением современных корректных методов обработки и анализа материала с использованием современного статистического инструментария, их оценкой и интерпретацией. Репрезентативность выборочной совокупности обеспечивалась расчетом необходимого количества единиц наблюдения.

Обработка данных и проводилась с помощью языка программирования R в среде RStudio (Version 1.2.5042, RStudio, Inc.). Описательная статистика, тестирование статистических гипотез и линейное моделирование осуществлялись при помощи базового набора функций языка программирования R.

Апробация результатов исследования

Основные положения и результаты диссертационного исследования были автором самостоятельно опубликованы в научных статьях и представлены в докладах на научных конференциях.

Результаты диссертационного исследования обсуждены на Внеочередном XII Съезде онкологов и радиологов стран СНГ и Евразии им. Н.Н. Трапезникова (Москва, 9 апреля 2021 года), на XV Всероссийском национальном конгрессе лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2021» (Москва, 26 мая 2021 года), на VI Форуме «Онлайн-диагностика 3.0» (Москва, 15 апреля 2022 года), на Открытой конференции молодых ученых ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ» (Москва, 27 апреля 2022 года), на VI Международном форуме онкологии и радиотерапии «РАДИ ЖИЗНИ — FOR LIFE» (Москва, 11 сентября 2023 года), на конгрессе «Информационные технологии в медицине» (Москва, 13 октября 2023 года), на научно-практической конференции «Цифровая диагностика. Итоги 2023» (Москва, 15 декабря 2023 года), на межрегиональной научно-практической конференции «Организация здравоохранения и общественное здоровье: наука и практика» (Пенза, 24 апреля 2024 года). Апробация диссертации состоялась на заседании учёного совета ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ» (совместно с заседанием кафедры лучевой диагностики с курсом клинической радиологии ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации) (протокол № 9 /2023 от 25 октября 2023 г.).

За результаты научно-практической работы, являющимися основой диссертационного исследования, автору была присуждена премия Правительства РФ в области науки и техники для молодых учёных за 2022 год (распоряжение Правительства РФ от 26 октября 2022 г. № 3178-р).

Внедрение в практику

Результаты диссертационного исследования внедрены в работу отделения лучевой диагностики ГБУЗ «Городская поликлиника № 220 ДЗМ» (акт внедрения от 17.06.2023 г.) и Московского референс-центра лучевой диагностики, организованного на базе ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ» (акт внедрения от 26.06.2023 г.).

Результаты диссертационного исследования и разработанные учебно-методические материалы внедрены и используются в учебно-методическом процессе учебного центра ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» (акт внедрения от 26.06.2023 г.).

Результаты исследования внедрены в учебный процесс кафедры информационных и интернет-технологий института цифровой медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) при обучении студентов 4 и 5 курсов Центра инновационных образовательных программ и включены в программу «Применение информационных технологий в медицине» (акт внедрения от 18.05.2023 г.).

Личный вклад автора

Автор самостоятельно определил актуальность исследования, сформулировал его тему, цель и задачи, разработал дизайн исследования и перечень необходимых методов для достижения поставленной цели. Автором самостоятельно проанализирована отечественная и зарубежная литература по изучаемой проблеме, разработаны анкеты для врачей-рентгенологов, тезаурус рентгенологических терминов для подготовки заключений КТ-исследований, организовано анкетирование врачей-рентгенологов. Автор систематизировал и обобщил полученные результаты, провел их статистическую обработку, сформулировал выводы и предложения для внедрения в практику. Автор диссертационного исследования принимал непосредственное участие в адаптации системы распознавания речи, в разработке рекомендаций по организации АРМ врачей-рентгенологов с учётом оснащения адаптированной системы распознавания речи, в разработке методологии применения адаптированной системы распознавания речи в рентгеновских отделениях медицинских организаций ДЗМ, в разработке анкет для проведения опросов врачей-рентгенологов, проведении хронометражных исследований (доля участия 85%).

Автор принял активное участие в организации и проведении обучения врачей-рентгенологов, необходимом для внедрения адаптированной системы распознавания речи в рентгеновских отделениях медицинских организаций Департамента здравоохранения города Москвы (доля участия 95%).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 1 работа в изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных SCOPUS в области медицины, получены 2 свидетельства о государственной регистрации результатов интеллектуальной деятельности.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 176 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, трех глав результатов собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы, приложений. Работа иллюстрирована 31 таблицей и 34 рисунками. Указатель литературы включает 129 библиографических источников, в том числе 56 отечественных и 73 иностранных публикации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе на основе обзора литературных источников отечественных и зарубежных авторов и использовании аналитической методики представлена характеристика современного состояния и развития организационных и информационных технологий, применяемых в лучевой диагностике. Изучен опыт применения систем распознавания речи для подготовки электронной медицинской документации. Проанализированы основные факторы, снижающие результативность деятельности врачей-рентгенологов, дана оценка роли организационных технологий с применением систем распознавания речи в трудовой деятельности врачей-рентгенологов. Проведенный анализ литературных данных подтверждает значимость и недостаточную изученность проблемы.

Во второй главе приведена программа и методы исследования, используемые в работе (табл. 1). Исследование проводилось на базе медицинских организаций Департамента здравоохранения города Москвы, оказывающих первичную медико-санитарную помощь и специализированную, в том числе высокотехнологичную, медицинскую помощь и Московского референс-центра (МРЦ) лучевой диагностики, организованного на базе ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ».

В МРЦ реализована система непрерывного дистанционного описания рентгенологических исследований, проводимых в медицинских учреждениях Департамента здравоохранения Москвы, оказывающих первичную медико-санитарную и специализированную помощь в амбулаторных условиях. Такая централизация описания снимков способствует оптимизации кадровых ресурсов в условиях дефицита специалистов.

Исследование проводилось с использованием текущего и ретроспективного наблюдения. В ходе работы использовался метод выборочного анализа. Источниками информации являлись формы федерального статистического наблюдения №30 «Сведения о медицинской организации»: разделы «Рентгенодиагностические исследования», «Компьютерная томография», «Рентгенологические профилактические (скрининговые) обследования», «Магнитно-резонансные томографии», статистические сборники ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», отчеты ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ» и отчеты системы мониторинга применения адаптированной системы распознавания речи. В хронометражных исследованиях приняли участие 82 врача-рентгенолога, в анкетировании – 142 врача-рентгенолога. Для оценки отношения врачей-рентгенологов к внедрению адаптированной системы распознавания речи использовалась авторская анкета, состоящая из 28 вопросов.

Таблица 1 – Программа, методы исследования и единица наблюдения

Разработка и научное обоснование организационной технологии повышения результативности деятельности врачей-рентгенологов в условиях централизации процесса описания результатов диагностических исследований			
Задачи исследования	Методы исследования	Единица наблюдения	Источники информации
I этап			
Провести анализ структуры рентгенологических исследований и показателей деятельности рентгеновских отделений медицинских организаций, оказывающих помощь в амбулаторных и стационарных условиях за 2016-2022 гг.	Статистический	Рентгенодиагностическое оборудование медицинских организаций ДЗМ, рентгенологическое исследование	Формы федерального статистического наблюдения № 30 за период 2016 – 2022 годы по г. Москве – 618 форм Отчётные данные о работе ЕРИС ЕМИАС г. Москвы за период 2016 – 2022 годы – 68 отчётов; Всего: 686 документов
II этап			
Провести анализ обеспеченности врачами-рентгенологами и показателей их деятельности в рентгеновских отделениях медицинских организаций, оказывающих помощь в амбулаторных и стационарных условиях за 2016-2022 гг.	Статистический	Врачи-рентгенологи медицинских организаций ДЗМ	Формы федерального статистического наблюдения № 30 за период 2016 – 2022 годы по г. Москве – 618 форм; Статистические бюллетени Росстата – 8 шт.; Статистический сборник ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ» – «Кадры системы здравоохранения города Москвы в 2018–2022 года Всего: 627 документов.
III этап			
Исследовать содержание и виды деятельности врачей-рентгенологов в медицинских организациях, оказывающих помощь в амбулаторных и стационарных условиях.	Метод хронометражного наблюдения, аналитический	Операционная деятельность врачей-рентгенологов медицинских организаций ДЗМ	Протокол измерения скорости ввода текстовой информации – 54; Протоколы рентгенологических исследований – 6 482; Протоколы хронометражного наблюдения операционной деятельности врачей-рентгенологов – 317 Всего: 6 853 документов.
IV этап			
Разработать организационную технологию повышения результативности деятельности врачей-рентгенологов с использованием адаптированной системы распознавания речи для описания результатов диагностических исследований и изучить отношение врачей-рентгенологов к ее внедрению.	Метод организационного моделирования, аналитический, социологический, статистический	Врачи-рентгенологи медицинских организаций ДЗМ, Операционная деятельность врачей-рентгенологов медицинских организаций ДЗМ	Результаты хронометражных наблюдений тестирования адаптированной системы распознавания речи– 225 протоколов; Анкеты по изучению индивидуально-психологических характеристик врачей – 80 – анкет Анкеты по определению индекса приверженности по методологии NPS – 15 анкет Всего: 240 документов.
V этап			
Оценить результативность разработанной организационной технологии с использованием адаптированной системы распознавания речи в условиях организации централизованного процесса описания рентгенологических исследований.	Социологический, статистический, метод организационного эксперимента	Врачи-рентгенологи медицинских организаций ДЗМ, Операционная деятельность врачей-рентгенологов медицинских организаций ДЗМ	Анкеты по оценке результативности применения системы распознавания речи– 97 анкет; Результаты хронометражных наблюдений длительность подготовки протоколов исследований – 12 917 протоколов Всего: 13 094 документов.

Изучение влияния индивидуально-личностных характеристик врачей на вовлеченность в применение адаптированной системы распознавания речи проводилось с применением теста Айзенка (EPQ-R). Для изучения структуры рабочего времени врачей-рентгенологов было проведено 2 211 хронометражных замеров. В ходе организационного моделирования была проанализирована длительность подготовки 225 протоколов рентгенологических исследований. Для оценки влияния адаптированной системы распознавания речи на длительность подготовки протоколов рентгенологических исследований было проанализировано время подготовки 12 917 протоколов.

Определение необходимого объема выборки осуществлено по номограмме Альтмана (при мощности 0,8 и уровне значимости 0,05). В качестве статистического теста нормального распределения величин применялся тест Колмогорова-Смирнова в модификации Лиллиефорса.

Для разработки прогностических моделей проводился подбор типа распределения тому или иному набору изучаемых данных. Для оценки достоверности результатов исследования использовался расчет критерия Стьюдента (t), расчет 95% доверительного интервала (ДИ) методом Фишера, непараметрического U-критерий Манна — Уитни (U). Значение $p < 0,05$ было установлено как статистически значимое.

Для автоматизации процесса статистического анализа хронометражных данных использовалась программа для ЭВМ «CHRONO-ANALYTICS FOR R v1» (RU 2023662432 от 07.06.2023 года).

В третьей главе диссертации представлены результаты анализа структуры рентгенологических исследований, показателей работы, оснащенности рентгенодиагностическим оборудованием и укомплектованности рентгеновских отделений организаций Департамента здравоохранения города Москвы, а также приведены результаты изучения рабочих процессов врачей-рентгенологов.

Количество диагностического оборудования в медицинских организациях Департамента здравоохранения города Москвы постепенно уменьшалось с 2016 по 2021 гг., при этом наблюдается рост количества оборудования в 2022 году, что отражает с одной стороны – амортизацию парка имеющегося оборудования, с другой стороны – начало поставок новых устройств и открытия новых филиалов поликлиник. Аналогичные тенденции наблюдаются и по изменению количества компьютерных томографов, маммографов, денситометров. Количество аппаратов МРТ за период с 2016 по 2022 гг. незначительно уменьшилось (в 2016 году – 100 ед., в 2022 году – 92 ед.), что связано с более длительным процессом замены старого оборудования на новое с учетом большей длительности подготовки помещения и монтажа новых аппаратов. Динамика количества диагностического оборудования представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Количество диагностического оборудования в медицинских организациях ДЗМ, 2016-2022 гг., (абс.)

Тип оборудования	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Рентгеновское диагностическое оборудование	812	770	744	730	693	656	685
Палатные аппараты	364	352	349	335	375	362	380
Флюорографы	310	305	297	294	285	253	230
Маммографы	200	198	191	183	173	161	196
КТ	171	170	176	176	197	205	196
МРТ	100	100	102	102	102	93	92
Денситометры	49	49	49	48	47	42	58

В 2022 году в медицинских организациях Департамента здравоохранения города

Москвы работало 1 571 врачей-рентгенологов, что составляло 3,3% от общей численности врачей (48 170). При сравнении с 2016 г. численность врачей-рентгенологов в медицинских организациях ДЗМ увеличилось на 7,2%, темп прироста составил 0,99% в год. При этом укомплектованность штатных должностей составила 79,0%, а укомплектованности штатных должностей физическими лицами – 67,7% (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели укомплектованности и коэффициента совместительства врачей-рентгенологов в медицинских организациях Департамента здравоохранения города Москвы в 2016-2022 гг.

Показатель	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Количество штатных должностей, ед.	2163,75	2147,25	2166,50	2177,75	2502,75	2400,25	2319,50
Количество занятых должностей, ед.	1825,5	1868,75	1940,25	1919,5	2003,75	2002,25	1833,00
Число физических лиц, чел.	1466	1521	1617	1667	1686	1692	1571
Укомплектованность занятых должностей физическими лицами, %	84,3	87,0	89,6	88,1	80,1	83,4	79,0
Укомплектованность штатных должностей физическими лицами, %	67,6	70,8	74,6	76,6	67,4	70,5	67,7
Коэффициент совместительства	1,25	1,23	1,20	1,15	1,19	1,18	1,17

Анализ обеспеченности населения Москвы врачами-рентгенологами за период 2016-2022 годов показывает устойчивый рост числа специалистов до 2020 года. В 2020 году достигнуты максимальные значения: 1686 врачей-рентгенологов и 1,33 врача на 10 тысяч населения. По сравнению с 2016 годом число специалистов увеличилось на 15,0%, а обеспеченность врачами-рентгенологами в расчете на 10 тысяч населения выросла на 11,8%. Однако в 2021-2022 годах наблюдается снижение показателей обеспеченности, несмотря на рост населения. В 2022 году численность врачей-рентгенологов сократилась до 1571 специалиста, а обеспеченность уменьшилась до 1,21. Снижение показателей объясняется последствиями пандемии COVID-19, приведшей к перераспределению медицинских кадров, профессиональному выгоранию и оттоку специалистов. За весь период численность населения Москвы увеличилась на 5,6%, а количество врачей-рентгенологов выросло на 7,2%, что не привело к существенному улучшению показателя обеспеченности, который вырос всего на 1,7% (с 1,19 до 1,21 на 10 тысяч населения).

За период 2016-2022 годов отмечается изменение структуры рентгенологических исследований (рис. 1). В 2022 год доля флюорографических исследований составила 44% от общего количества исследований, на втором – рентгенография (27%). В 2016 году доля рентгенографий так же преобладала (46%), но на втором месте были флюорографические исследования (42%), доля КТ составляла 5%. С 2016 года отмечается нисходящий тренд количества рентгенографических исследований. Так в 2016 году было проведено 6 995 873 рентгенографических исследований, в 2019 году – 5 242 634, а в 2022 году – 3 433 474. Темп убыли количества рентгенографических исследований составил -9,7% в год. Минимум был зафиксирован в 2021 году (3 068 902 исследований). Это связано с активной стадией развития пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 и реорганизацией рентгеновских отделений в амбулаторные КТ центры.

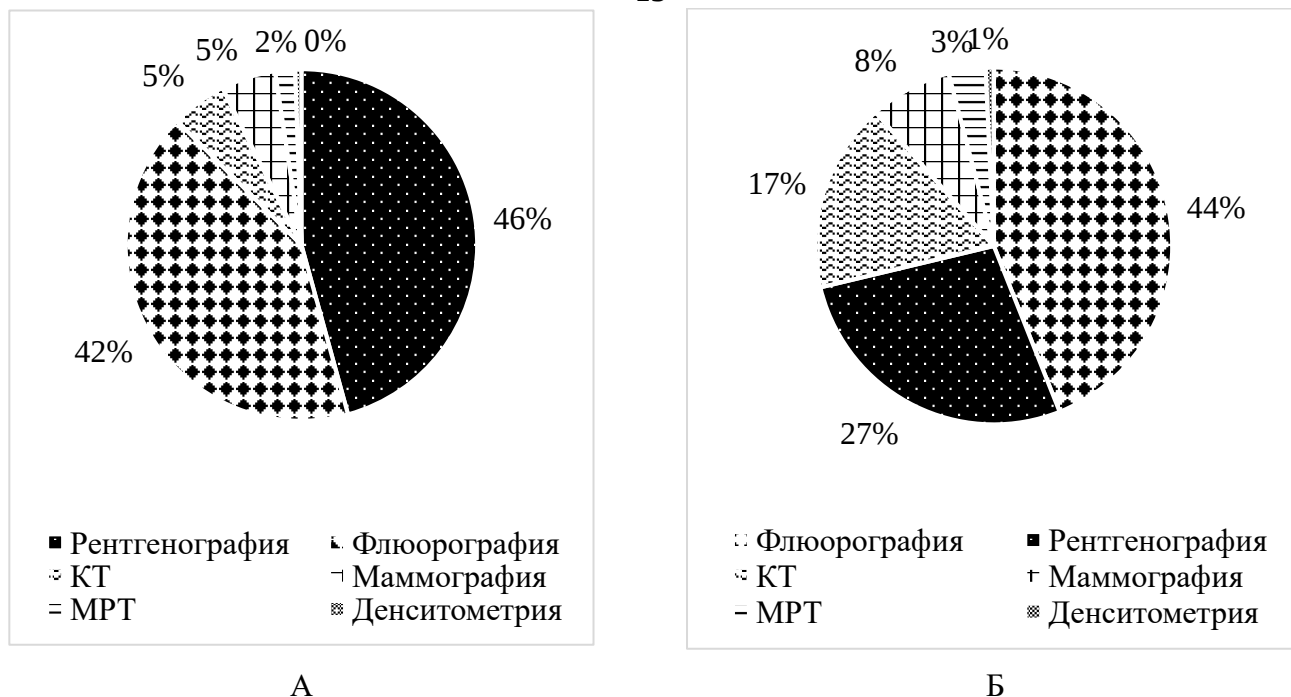


Рисунок 1 - Структура рентгенологических исследований по типам, А – в 2016 году, Б – в 2022 году, (%)

До 2019 года среднегодовое количество флюорографических исследований составляло примерно 6,1 млн в год. В 2020 году отмечается значительное сокращение количества исследований до 4 576 218. Однако, в 2021 году было проведено 6 766 921 исследований, что на 5,9% больше, чем в 2016 году (6 387 083). В 2022 году было проведено 5 534 111 флюорографических исследований.

С 2016 года отмечается стабильное ежегодное увеличение количества томографических исследований (рис.2). В 2022 году было проведено 2 165 243 КТ-исследований и 420 773 МРТ-исследований. При сравнении с 2016 годом количество исследований увеличилось на 177,1% и 50,4% соответственно. Также с 2016 года отмечается рост количества исследований с внутривенным контрастированием. В 2022 году их доля составила 19,8% (494 011 исследований), в 2016 году – 16,0% (169 529 исследований). Это связано с модернизацией и обновлением парка диагностического оборудования.

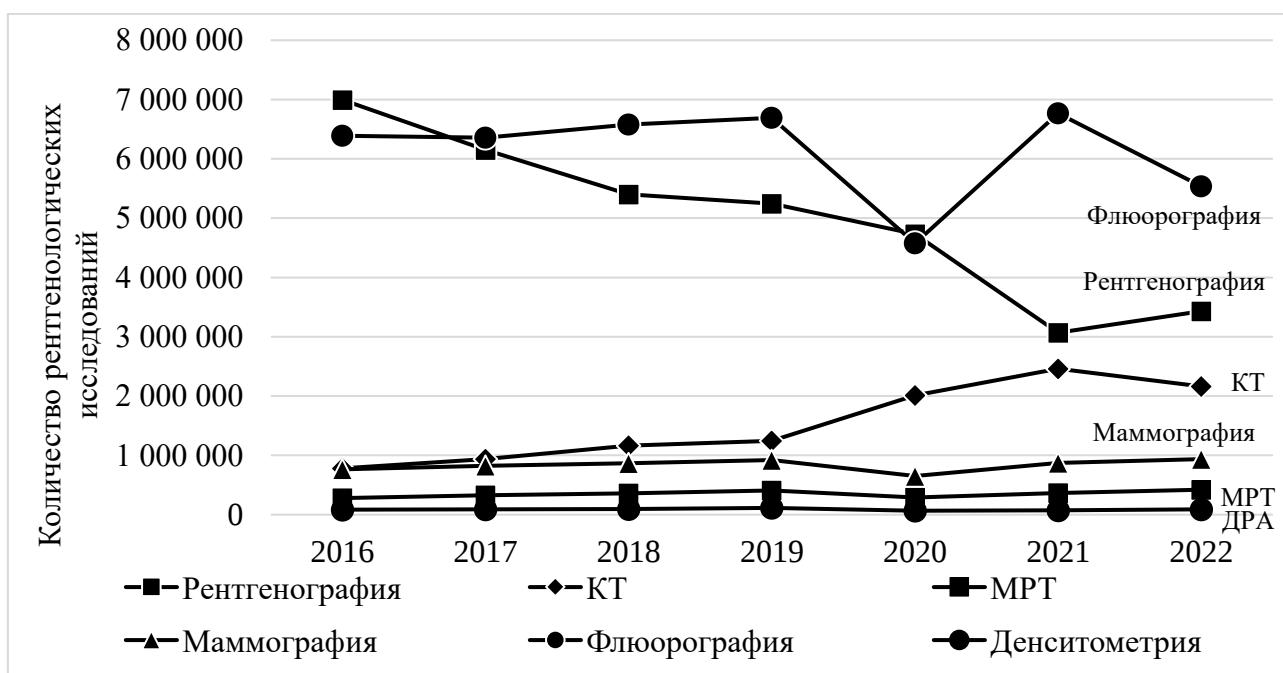


Рисунок 2 – Динамика количества рентгенологических исследований, проведённых в медицинских организациях ДЗМ, 2016-2022 гг., (абс.)

Для расчёта среднегодовой рабочей нагрузки на 1 занятую должность врача-рентгенолога, работающего в медицинских организациях ДЗМ, был введён поправочный коэффициент (табл. 4). Поправочный коэффициент был рассчитан с учётом средней длительности описания результатов разных типов рентгенологических исследований. Поправочный коэффициент равный 1,00 соответствовал утвержденному нормативу описания КТ-исследования без внутривенного контрастирования - 18 минут.

Таблица 4 – Поправочные коэффициенты для расчёта рабочей нагрузки врачей-рентгенологов с учётом усреднённой длительности описания разных типов рентгенологических исследований (абс.)

Тип исследования	Длительность описания, мин	Поправочный коэффициент
Рентгенография	4	0,22
Флюорография	1	0,06
Маммография	4	0,22
КТ	18	1,00
КТ с в/в контрастированием	20	1,11
МРТ	16	0,87
МРТ с в/в контрастированием	21	1,18

В 2016 году среднегодовая рабочая нагрузка на 1 занятую должность врача-рентгенолога составила 1 705,61 УЕТ, в 2022 году – 2 118,77 УЕТ, что на 24,2% больше (рис. 3). Темп прироста рабочей нагрузки врачей-рентгенологов составил 3,15% в год.

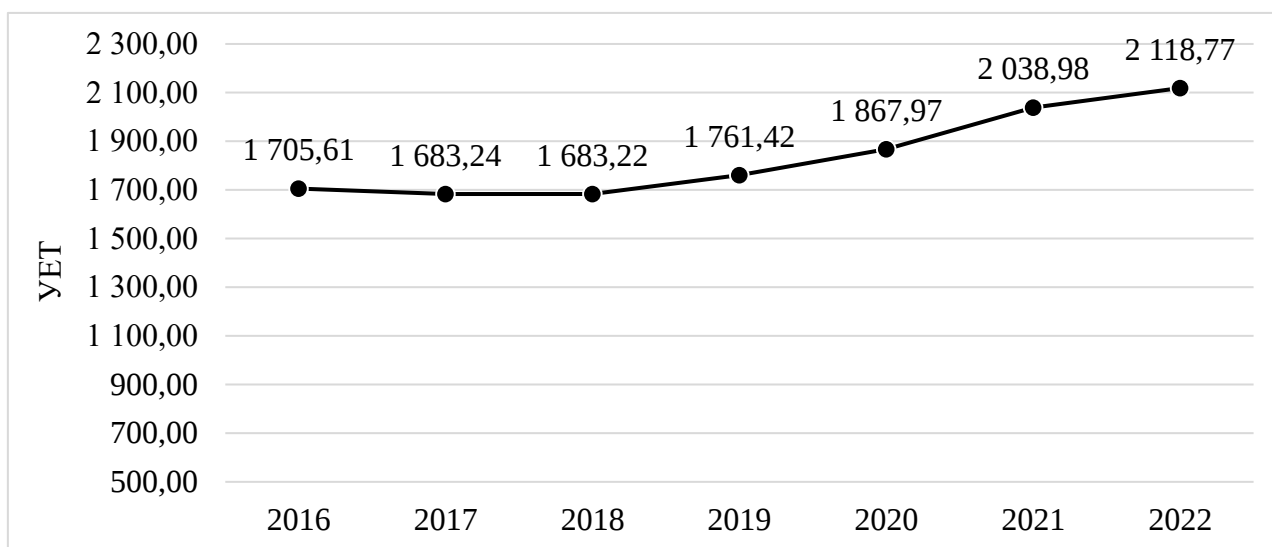


Рисунок 3 – Динамика показателя среднегодовой рабочей нагрузки на 1 должность врача-рентгенолога, работающего в медицинских организациях ДЗМ, 2016-2022 гг., (УЕТ)

Анализ структуры рабочего времени врачей-рентгенологов МРЦ позволяет выделить основную, вспомогательную, служебную и прочую деятельности (рис. 4). К основной деятельности относится непосредственно интерпретация диагностических изображений и сравнение изображений в динамике, которая составляет в среднем 39,4% рабочего времени. Работа с медицинской документацией занимает 50,4% рабочего времени врача-рентгенолога и включает в себя непосредственно подготовку протоколов рентгенологических исследований и работу с историей болезни пациентов. Хотя эта деятельность не является непосредственно диагностической, она критически важна для обеспечения полноты и качества оказания медицинской помощи.

Вспомогательная деятельность, к которой относится работа с электронными атласами, занимает около 1,0% рабочего времени, служебная, в виде служебной коммуникации и заполнении отчетной документации, – 5,5%, прочая (мероприятия личного характера и ожидание загрузки исследований) – 4,7%.

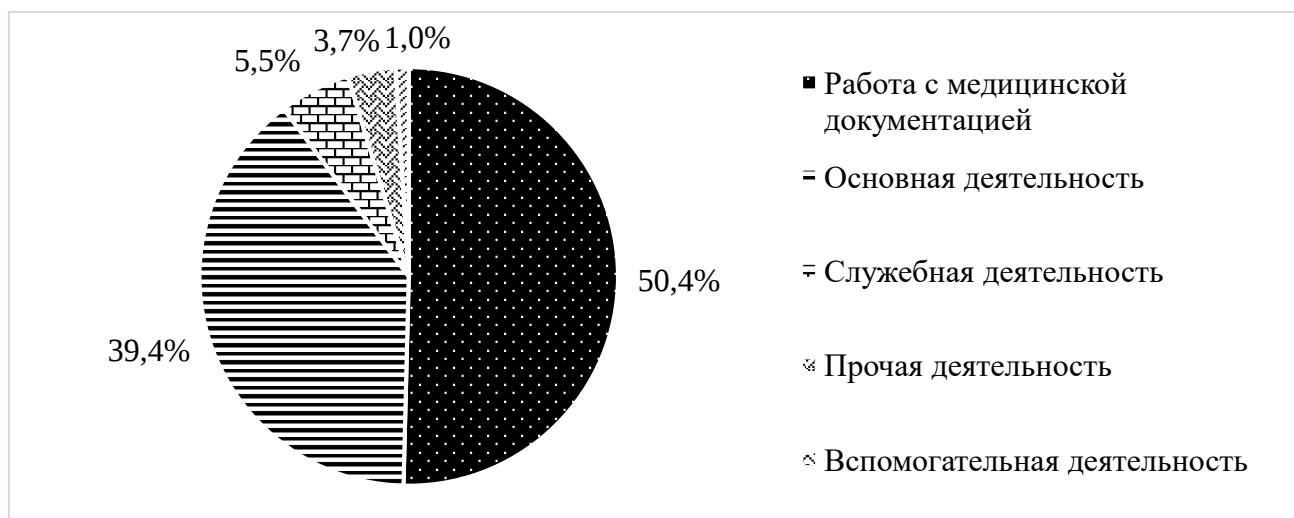


Рисунок 4 – Структура рабочего процесса врачей-рентгенологов, (%)

Наиболее трудоемкой является интерпретация магнитно-резонансных томограмм, занимающая в среднем $11,0 \pm 5,6$ минут, тогда как оценка флюорографического снимка требует лишь $0,6 \pm 0,3$ минуты. Наибольшие временные затраты связаны с составлением протоколов компьютерной томографии с внутривенным контрастированием, достигающие $15,4 \pm 5,7$ минут на одно исследование. Минимальное время ($0,6 \pm 0,2$ минуты) требуется для протоколирования флюорографических исследований. В МРЦ врачи-рентгенологи, занятые интерпретацией изображений, освобождены от консультаций лечащих врачей и пациентов.

На длительность подготовки протокола влияет не только сложность рентгенологического исследования, но и объём самого протокола. Данные свидетельствуют о существенной вариабельности символов в протоколах для разных типов исследований. Наибольшее среднее значение наблюдается в протоколах КТ и МРТ-исследований, 1 209 и 1 314 соответственно, в то время как протоколы флюорографических исследований характеризуются наименьшим средним количеством символов (338).

Также важным фактором является и скорость заполнения протоколов рентгенологических исследований с применением клавиатурного ввода информации. Наблюдается значительная вариабельность индивидуальных показателей врачей как по скорости, так и по точности набора текста. Скорость печати варьирует от 167 до 340 символов в минуту, а точность - от 90% до 98%. Важно отметить, что результаты исследования не указывают на наличие явной корреляции между скоростью и точностью печати, что свидетельствует о различиях в навыках использования клавиатурного ввода у врачей-рентгенологов. В то же время, скорость печати врачей-рентгенологов значительно уступает темпу специализированной речи для русского языка (700-900 символов/мин).

Результаты хронометражного исследования демонстрируют, что наибольшую часть рабочего времени врачей-рентгенологов занимают заполнение протоколов исследований и интерпретация рентгенологических изображений, что подчеркивает их ключевую роль и указывает на необходимость их оптимизации с целью повышения производительности труда.

В четвертой главе описана методология адаптации, тестирования систем

распознавания речи и организации автоматизированного рабочего места (АРМ) и рабочего процесса врачей-рентгенологов с учётом применения адаптированной системы распознавания речи и результатов её апробации в рентгеновских отделениях.

Для обеспечения высокого качества распознавания (не менее 95%) специализированной (рентгенологической) лексики и терминологии была проведена адаптация языковой и акустической моделей системы распознавания речи. Адаптированная акустическая модель обеспечила высокое качество распознавания речи врача-рентгенолога в сложных акустических условиях (шум диагностического оборудования, голоса медицинского персонала и пациентов и т.п.). Для адаптации акустической модели использовались звукозаписи, полученные в ходе апробации системы распознавания речи в рентгеновских отделениях.

Языковая модель обеспечивала распознавание специализированной лексики и терминологии. Адаптация языковой модели была проведена на основе анализа 2,6 млн протоколов рентгенологических исследований и обратной связи от врачей-рентгенологов. Адаптация акустической и языковой моделей системы распознавания речи позволила достичь высокой точности (98%) распознавания рентгенологической лексики и терминологии.

В ходе апробации системы распознавания речи, совместно с врачами-рентгенологами, были подобраны приоритетные типы устройств для оснащения АРМ. Многофункциональное устройство для голосового заполнения медицинской документации было выбрано как наиболее эргономичное для работы совместно с рентгенологической информационной системой. Данное устройство обладает высокочувствительным однонаправленным микрофоном и имеет функциональные клавиши, которые позволяют получить быстрый доступ к инструментам рабочей станции врача (изменение настройки рентгенологического окна просмотра WW/WL, переключение и пролистывание серий диагностических изображений, панорамирование, изменение масштаба и т.п.). Применение многофункционального устройства позволяет заменить большинство функций клавиатуры, которые использует врач-рентгенолог в рабочем процессе.

Важную роль играет планировка кабинета врача-рентгенолога или ординаторской, в которой подразумевается применение технологии распознавания речи. Размещение большого числа врачей-рентгенологов в малогабаритных кабинетах затрудняет использование систем распознавания речи. Для оптимизации шумового загрязнения от диктующих врачей рекомендуется предусмотреть расстояние между АРМ не менее 2 м. Дополнительно рекомендуется осуществить установку звукоизоляционных перегородок высотой около 1,5 м, выполненных из стекла, войлока или гипсокартона. Установка звукоизоляционных перегородок позволяет снизить негативное воздействие фонового шума (работа диагностического оборудования, общение медицинского персонала с пациентами, общение коллег) на качество распознавания.

Для освоения врачами-рентгенологами навыков применения адаптированной системы распознавания речи был разработан учебно-методический комплекс, включающий в себя как очные семинары, так и дистанционные образовательные технологии, методическое пособие и текстовые информационные материалы.

Для оценки влияния адаптированной системы распознавания речи на длительность подготовки протоколов рентгенологических исследований была разработана система мониторинга, которая была интегрирована в ЕРИС ЕМИАС. Цель системы мониторинга – обеспечить контроль за применением адаптированной системы распознавания речи в рентгеновских отделениях, определить типы рентгенологических исследований, для которых врачи используют голосовое заполнение, определить перечень медицинских организаций и врачей-рентгенологов, обеспечить возможность сбора данных с целью последующего анализа.

Система мониторинга применения технологии распознавания речи позволяет осуществлять контроль за процессом заполнения медицинских документов, оценивать результативность применения технологии при подготовке медицинской документации. Внедрение системы мониторинга в ЕРИС ЕМИАС позволяет контролировать применение технологии распознавания речи в масштабах г. Москвы.

Для оценки влияния внедрения адаптированной системы распознавания речи на рабочие процессы врачей-рентгенологов было проведено организационное моделирование. В рамках этого моделирования были созданы две модели рабочего процесса: базовая модель с использованием клавиатурного ввода и экспериментальная модель с применением системы распознавания речи.

Базовая модель включала в себя следующие этапы: просмотр изображений, анализ данных, подготовка текста протокола с использованием клавиатуры, проверка и корректировка текста. Экспериментальная модель содержала те же этапы, но этап подготовки текста протокола был заменен на диктовку текста с использованием системы распознавания речи.

Для оценки влияния адаптированной системы распознавания речи на длительность подготовки протоколов рентгенологических исследований было проведено хронометражное исследование, которое состояло из трех этапов. Первый этап проводился в день внедрения системы распознавания речи на АРМ врача-рентгенолога. На первом этапе устанавливалась длительность заполнения протокола рентгенологического исследования с помощью клавиатурного ввода. В этот же день врач-рентгенолог проходил обучение с аппликатором по применению системы распознавания.

Во время второго и третьего этапов подготовка протоколов рентгенологических исследований проводилась с помощью системы распознавания речи. Второй этап хронометражного исследования был проведен через 7 дней после внедрения технологии распознавания речи на АРМ врача-рентгенолога, третий – через 30 дней.

Таблица 5 – Результаты организационного моделирования применения адаптированной системы распознавания речи для подготовки протоколов рентгенологических исследований, (абс.)

Рабочий элемент	I этап	II этап	III этап	p (U-test) I и III этап
Работа с рентгенологическими изображениями, сек, $M \pm m$	$236 \pm 11,9$	$224 \pm 12,3$	$214 \pm 14,4$	$p = 0,18$
Заполнение медицинского документа, сек, $M \pm m$	$344 \pm 19,7$	$242 \pm 9,7$	$192 \pm 15,2$	$p < 0,0001$
Проверка медицинского документа, сек, $M \pm m$	$35 \pm 5,9$	$157 \pm 8,2$	$77 \pm 7,1$	$p < 0,0001$
Суммарное время описания исследования, сек, $M \pm m$	$615 \pm 26,7$	$624 \pm 18,0$	$482 \pm 25,4$	$p < 0,00039$

При множественном сравнении длительности просмотра изображения не было выявлено значимых различий между тремя этапами ($p=0,18$), что демонстрирует однородность выборки описываемых врачами рентгенологических исследований, которые были отобраны для хронометражного исследования. При сравнении общей длительности подготовки протоколов во время I и III этапов хронометражного исследования было выявлено статистически значимое различие ($p=0,00039$) (табл. 5).

Результаты организационного моделирования показали, что внедрение системы распознавания речи потенциально может сократить общее время подготовки протокола на 20-25%. Однако, применение системы распознавания речи может потребовать дополнительного времени на проверку и корректировку автоматически

распознанного текста.

В пятой главе диссертации представлены оценка результативности разработанной организационной технологии с использованием адаптированной системы распознавания речи в условиях централизованного процесса описания рентгенологических исследований и результаты организационного эксперимента.

Организационный эксперимент проводился в Московском референс-центре лучевой диагностики. В ходе эксперимента сравнивалась длительность подготовки 6 типов протоколов рентгенологических исследований с применением клавиатурного метода ввода и с применением адаптированной системы распознавания речи.

По результатам организационного эксперимента было определено, что результативность применения адаптированной системы распознавания речи зависит от типа электронного медицинского документа. Для рентгенологических исследований, в которых применяется описательный метод заполнения (КТ, МРТ, рентгенография), адаптированная система распознавания речи продемонстрировала наибольшую результативность и позволила сократить время подготовки протокола исследования на 23,7%-35,2% ($p < 0,0001$). Также было установлено, что при заполнении высоко стандартизированных типов протоколов (маммография, флюорография) адаптированная система распознавания речи не дает положительных эффектов ($p < 0,0001$). В таблице 6 представлены результаты сравнения длительности подготовки протоколов рентгенологических исследований.

Применение адаптированной системы распознавания речи замедлило время подготовки протоколов маммографических исследований. Это объясняется применением СЭМД для описания результатов маммографических исследований. Схожий результат наблюдался во время использования технологии распознавания речи при подготовке протоколов флюорографических исследований. Таким образом, применение СЭМД препятствует использованию адаптированной системы распознавания речи.

Таблица 6 – Результаты организационного эксперимента применения адаптированной системы распознавания речи для подготовки протоколов рентгенологических исследований

Тип исследования	Клавиатурный метод заполнения протокола исследования, сек., $M \pm m$	Применение адаптированной системы распознавания речи, сек., $M \pm m$	p (U-test)
Флюорография	$189,9 \pm 7,65$	$236,2 \pm 8,23$	$p < 0,0001$
Маммография	$387,1 \pm 14,82$	$444,8 \pm 13,14$	$p < 0,0001$
Рентгенография	$247,8 \pm 8,58$	$189,0 \pm 7,02$	$p < 0,0001$
КТ-органов грудной клетки	$379,2 \pm 10,46$	$382,7 \pm 10,82$	$p = 0,12$
МРТ головного мозга с контрастированием	$709,9 \pm 20,27$	$559,9 \pm 21,33$	$p < 0,0001$
КТ органов грудной полости, брюшной полости и органов малого таза с контрастированием	$2714,6 \pm 84,71$	$1778,3 \pm 54,38$	$p < 0,0001$

При описании КТ органов грудной клетки у пациентов с подозрением на новую коронавирусную инфекцию COVID-19 адаптированная система распознавания речи система не повлияла на длительность процесса подготовки протоколов исследований. Это можно объяснить гибридным типом протокола, в котором присутствует как структурированная, стандартизированная часть, так и поле свободного ввода для описания дополнительных находок.

Наибольшую результативность адаптированная система распознавания речи продемонстрировала при подготовке неструктурированных медицинских документов, которые используются при подготовке результатов МРТ-исследований головного мозга

и КТ-исследований органов грудной клетки, брюшной полости и малого таза. При подготовке протоколов подобного типа исследований врачи используют описательный метод. Такие исследования, зачастую, содержат большое количество патологических изменений, как целевых, так и случайных находок, что требует от врача-рентгенолога их детального описания в медицинском документе. В подтверждение этого, стоит отметить, что среднее значение и медиана длительности подготовки протоколов для вышеописанных КТ и МРТ-исследований имели наибольшее значение в обеих группах при сравнении с длительностью подготовки протоколов других типов исследований. Основная сложность стандартизации протоколов вышеуказанных исследований заключается в большой вариабельности возможных патологических изменений и отсутствии единого, общепринятого, словаря рентгенологической терминологии.

Также применение адаптированной системы распознавания речи было результативно при подготовке протоколов рентгенографических исследований, проведённых в травматологических пунктах. Это связано с тем, что при описании таких исследований используется протокол со свободным полем ввода, где врач-рентгенолог в 2-3 предложениях, применяя описательный метод, производит интерпретацию рентгенологических находок.

Таким образом, результаты организационного эксперимента подчеркнули важность учета специфики различных типов исследований при внедрении адаптированной системы распознавания речи и необходимость дифференцированного подхода к использованию данной технологии в зависимости от типа протокола и исследования.

В очном обучении по применению адаптированной системы распознавания речи при подготовке протоколов исследований приняли участие 80 врачей (82,1%; 95% ДИ 74,8 – 88,6). При этом 74 (92,8%; 95% ДИ 86,6 – 96,1) врачей отметили простоту в освоении навыка применения системы.

Большинству респондентов 74 (92,8%; 95% ДИ 86,6 – 96,1) было достаточно одной обучающей сессии длительностью 30 минут, а 6 (7,2%; 95% ДИ 1,0 – 13,5) врачей выразили желание пройти дополнительное обучение. Большинство врачей 77 (79,7%; 95% ДИ 71,9 – 85,4) отметили преимущество очного обучения по сравнению с заочным (самостоятельно с помощью подготовленных учебно-методических материалов и инструкций) и онлайн-обучением. При этом 84 (86,9%; 95% ДИ 80,9 – 90,6) врача использовали текстовые инструкции при самостоятельной работе с системой распознавания речи, а 86 (89,1%; 95% ДИ 83,4 – 94,8) респондентов отметили высокое качество подготовленных текстовых материалов.

В МРЦ 56 (57,8%; 95% ДИ 47,7 – 67,3) медицинских специалистов, прошедших анкетирование, регулярно использовали адаптированную систему распознавания речи (рис. 5а). Большинство респондентов 37 (66,0%; 95% ДИ 52,9 – 77,3) согласились, что система повышает их результативность труда и сокращает длительность подготовки протоколов рентгенологических исследований, но 19 (34,0%; 95% ДИ 23,8 – 44,6) заняли нейтральную позицию или ответили, что данная система не влияет на результативность их работы (рис. 5б). Большинство респондентов 48 (85,7%; 95% ДИ 74,3 – 92,6) оценили качество распознавания рентгенологической лексики как хорошее и отличное: 34 (60,4%; 95% ДИ 47,4 – 72,7) и 14 (25,3%; 95% ДИ 15,3 – 37,9) соответственно. Простоту и удобство применения технологии отметили 47 (83,9%; 95% ДИ 72,2 – 91,3) респондентов. Лишь у 3 (4,7%; 95% ДИ 1,9 – 14,6) врача были не удовлетворены качеством распознавания и у 4 (7,0%; 95% ДИ 2,8 – 17,0) врачей возникли трудности при самостоятельной работе с системой распознавания речи. При этом 42 (74,4%; 95% ДИ 63,6 – 86,4) врача отметили, что при работе с адаптированной системой распознавания речи возникали ситуации, когда распознавалась чужая речь.

Также 39 (69,6%; 95% ДИ 58,6 – 79,8) врачей ответили, что испытывают психологический дискомфорт при использовании адаптированной системы

распознавания речи при заполнении медицинской документации в присутствии коллег, а для 15 (26,7%; 95% ДИ 16,4 – 37,8) врачей психологический комфорт зависел от того, кто конкретно из коллег присутствует в кабинете.

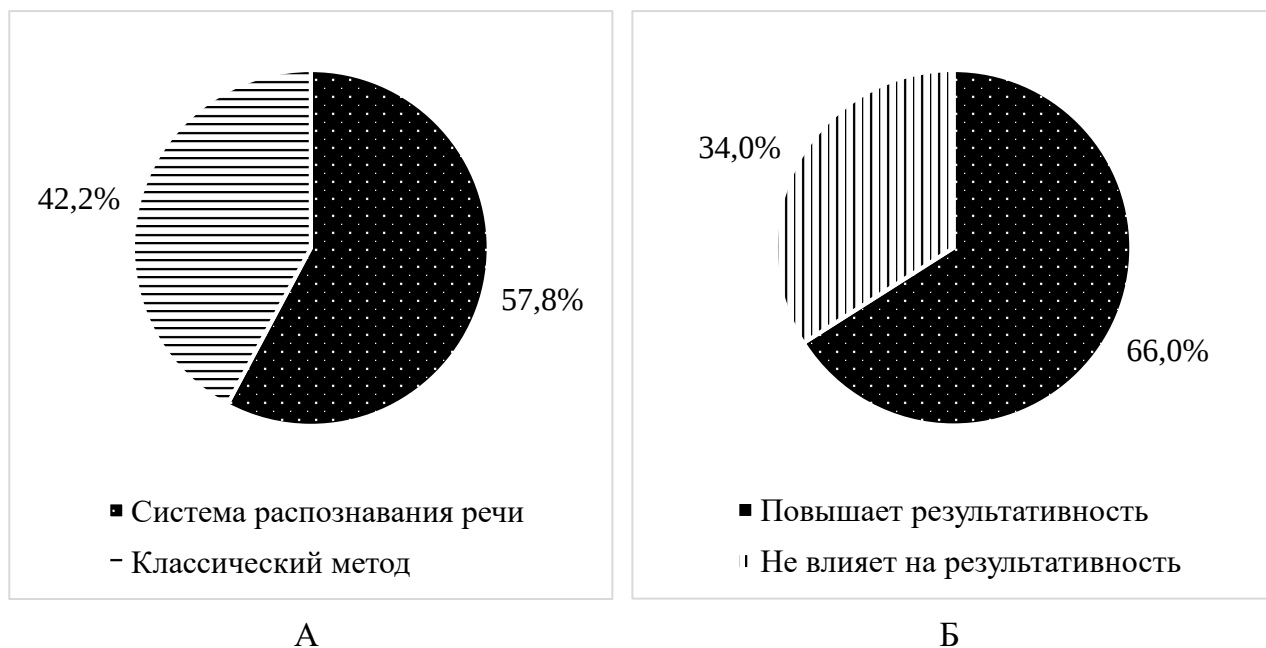


Рисунок 5 – Результаты анкетирования врачей-рентгенологов. А – Предпочитаемый метод заполнения протоколов исследований, Б – Влияние адаптированной системы распознавания речи на результативность рабочего процесса, (%)

По результатам исследования влияния индивидуально-психологических характеристик врачей, было определено, что в группе врачей-рентгенологов, использующих адаптированную систему распознавания речи, средний балл шкалы экстраверсия/интроверсия составил $17,2 \pm 0,8$, а в группе врачей, предпочитающих классический (клавиатурный) метод – $9,9 \pm 0,9$ ($p < 0,0001$). По результатам исследования было определено, что врачи-рентгенологи, обладающие экстравертивными качествами личности, более привержены к применению системы распознавания речи при подготовке протоколов рентгенологических исследований.

В **заключении** обобщены результаты проведенного исследования. Показано, что внедрение новой организационной технологии с применением адаптированной системы распознавания речи способствует повышению результативности деятельности врачей-рентгенологов за счет сокращения длительности работы с медицинской документацией. В то же время, большинство врачей-рентгенологов имеют положительное отношение к предложенной организационной технологии.

ВЫВОДЫ

1. Структура проводимых рентгенологических исследований в период с 2016 по 2022 год существенным образом изменилась за счет уменьшения в 1,8 раза общего количества рентгенологических исследований в сочетании с увеличением в 1,7 раза высокотехнологичных исследований, таких как КТ и МРТ, и снижением количества выполненных флюорографических и рентгенографических исследований на 33,0%.

2. Установлена низкая обеспеченность населения врачами-рентгенологами (1,21 на 10 тыс. населения в 2022 г.), недостаточная укомплектованность врачами-рентгенологами (67,7% в 2022 г.) рентгеновских отделений медицинских организаций, оказывающих помощь в амбулаторных и стационарных условиях, в сочетании со значительным повышением рабочей нагрузки на врачей-рентгенологов с 1 705,61 УЕТ в 2016 году до 2 118,77 УЕТ в 2022 году (на 24,2%).

3. Анализ структуры рабочего времени врачей-рентгенологов показал неоптимальное соотношение затрат времени на основную деятельность и работу с медицинской документацией: в рабочем процессе врачей-рентгенологов заполнение протоколов рентгенологических исследований занимает большую часть времени (50,4%), а основная деятельность - непосредственно работа с диагностическими изображениями и их интерпретация - составляет 39,4% рабочего времени. Наиболее трудоемкой являлась интерпретация магнитно-резонансных томограмм ($11,0 \pm 5,6$ минут), тогда как оценка флюорографического снимка требовала лишь $0,6 \pm 0,3$ минуты. Наибольшие временные затраты были связаны с составлением протоколов компьютерной томографии с внутривенным контрастированием, достигающие $15,4 \pm 5,7$ минут на одно исследование.

4. Организационная технология повышения результативности деятельности врачей-рентгенологов включает централизацию процесса описания диагностических исследований, оснащение автоматизированного рабочего места и кабинета врача-рентгенолога адаптированной системой распознавания речи, систему мониторинга применения системы распознавания речи в информационной системе в сфере здравоохранения субъекта Российской Федерации, информационный и учебно-методический комплекс для самостоятельного освоения врачами навыков использования системы.

5. По результатам социологического исследования путём анкетирования установлено, что большинство врачей-рентгенологов отметили простоту в освоении навыка применения системы распознавания речи (92,8%; 95% ДИ 86,6 – 96,1), преимущества очного обучения по сравнению с заочным и онлайн-обучением (79,7%; 95% ДИ 71,9 – 85,4), высокое качество подготовленных текстовые памяток и инструкций для самостоятельной работы с системой распознавания речи (89,1%; 95% ДИ 83,4 – 94,8) и распознавания рентгенологической лексики (85,7%; 95% ДИ 74,3 – 92,6), простоту и удобство применения самой технологии (83,9%; 95% ДИ 72,2 – 91,3), повышение результативности труда и сокращение длительности подготовки протоколов рентгенологических исследований (66,0%; 95% ДИ 52,9 – 77,3). Установлено, что врачи-рентгенологи, обладающие экстравертивными качествами личности, более привержены к применению системы распознавания речи при подготовке протоколов рентгенологических исследований.

6. Внедрение разработанной организационной технологии обеспечило сокращение длительности заполнения неструктурированного электронного медицинского документа на 29,5% ($p < 0,0001$), что существенно увеличивает время на основную деятельность и повышает интенсивность труда врачей-рентгенологов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для главных внештатных специалистов, для руководителей медицинских организаций и руководителей рентгеновских отделений и центров лучевой диагностики рекомендуется:

- использовать разработанный информационный и учебно-методический комплекс с целью оперативного и самостоятельного освоения врачами навыков применения адаптированной системы распознавания речи для заполнения электронных медицинских документов;

- учитывать при внедрении новых информационных технологий в рабочий процесс медицинских специалистов индивидуально-психологические черты врачей, которые могут оказывать влияние на вовлеченность и результативность применения внедряемых технологий;

- осуществлять подготовку протоколов рентгенологических исследований с применением адаптированной системы распознавания речи, обеспечивающей

точность распознавания рентгенологической лексики и терминологии не ниже 95%, с целью сокращения длительности подготовки протоколов рентгенологических исследований и повышения результативности деятельности врачей-рентгенологов;

2. Для образовательных организаций высшего и дополнительного профессионального образования, осуществляющих подготовку кадров высшей квалификации в ординатуре по специальности «Рентгенология», обучение врачей по дополнительным профессиональным программам (повышения квалификации, профессиональной переподготовки) рекомендуется:

– использовать разработанный информационный и учебно-методический комплекс с целью оперативного и самостоятельного освоения ординаторами и слушателями навыков применения адаптированной системы распознавания речи для заполнения электронных медицинских документов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшая разработка и внедрение организационных технологий в работе с медицинской документацией представляется перспективным в условиях цифровизации здравоохранения. Централизация диагностических исследований сопровождается интенсификацией трудовой деятельности и повышением результативности профессиональной деятельности врачей-рентгенологов, что обуславливает необходимость исследований по пересмотру функциональных обязанностей и нагрузки врачей-рентгенологов.

Учитывая активное внедрение информационных технологий в рабочий процесс врачей-рентгенологов, использование адаптированных систем распознавания речи без снижения качества и безопасности оказания медицинской помощи, требуют дальнейшего изучения вопросы автоматизированного анализа рентгенологических изображений, экономической эффективности новых организационных технологий для подготовки протоколов рентгенологических исследований, приверженности медицинских специалистов к внедрению инноваций в работе с медицинской документацией.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Публикации в рецензируемых научных изданиях,
рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России**

1. **Кудрявцев, Н.Д.** Технология распознавания речи: результаты опроса врачей-рентгенологов Московского референс-центра лучевой диагностики / **Н.Д. Кудрявцев, Д.С. Семенов, Д.Д. Кожихина, А.В. Владимирский** // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучения. Вестник ВШОУЗ. – 2022. – Т. 8, № 3(29). – С. 95-104. – DOI 10.33029/2411-8621-2022-8-3-95-104 (0,58 п.л., авт.-0,4 п.л.).
2. **Кудрявцев, Н.Д.** Технология распознавания речи в лучевой диагностике: длительность подготовки заключений / **Н.Д. Кудрявцев, А.В. Владимирский** // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучения. Вестник ВШОУЗ. – 2023. – Т. 9, № 2(32). – С. 64-73. – DOI 10.33029/2411-8621-2023-9-2-64-73 (0,58 п.л., авт.-0,46 п.л.).
3. **Кудрявцев, Н.Д.** Показатели деятельности отделений лучевой диагностики Департамента здравоохранения города Москвы в 2016–2022 гг. / Ю.А. Васильев, **Н.Д. Кудрявцев, А.Н. Мухортова, И.В. Солдатов, А.В. Владимирский** // Менеджер здравоохранения. – 2024; – № 5. – С. 36–48. DOI: 10.21045/1811-0185-2024-5-36-48 (0,76 п.л., авт.-0,45 п.л.).
4. **Кудрявцев, Н.Д.** Затраты рабочего времени врачей-рентгенологов в условиях централизованного описания диагностических исследований / **Н.Д. Кудрявцев,**

А.В. Владзимирский // Научно-практический рецензируемый журнал «Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики». – 2024. – №2. – С. 673-689. – DOI: 10.24412/2312-2935-2024-2-673-689 (0,92 п.л., авт.-0,74 п.л.).

Статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и систему цитирования SCOPUS

5. **Кудрявцев, Н.Д.** Технология распознавания речи в лучевой диагностике / **Н.Д. Кудрявцев, К.А. Бардасова, А.Н. Хоружая** // Digital Diagnostics. – 2023. – Т. 4; №2. – С. 185-196. – DOI: 10.17816/DD321420 (0,63 п.л., авт.-0,38 п.л.).

Основные работы, опубликованные в других изданиях

6. **Кудрявцев, Н.Д.** Оценка эффективности внедрения технологии распознавания речи для подготовки протоколов рентгенологических исследований / **Н.Д. Кудрявцев, К.А. Сергунова, Г.В. Иванова** // Врач и информационные технологии. – 2020. – № S1. – С. 58-64 (0,46 п.л., авт.-0,33 п.л.).
7. **Кудрявцев, Н.Д.** Разработка тезауруса рентгенологических терминов для голосового заполнения протоколов диагностических исследований / **М.Г. Андрианова, Н.Д. Кудрявцев, А.В. Петрайкин** // Digital Diagnostics. – 2022. – Т. 3, № S1. – С. 21-22. – DOI 10.17816/DD105703 (0,12 п.л., авт.-0,1 п.л.).
8. **Кудрявцев, Н.Д.** Результаты сравнения длительности подготовки протоколов рентгенологических исследований при клавиатурном и голосовом вводе текста / **Н.Д. Кудрявцев, Д.Е. Шарова, А.В. Владзимирский** // Digital Diagnostics. – 2023. – Т. 4, № S1. – С. 76-78. – DOI 10.17816/DD430350 (0,35 п.л., авт.-0,21 п.л.).

Зарегистрированные результаты интеллектуальной деятельности

9. **Кудрявцев, Н.Д.** Тезаурус рентгенологических терминов и находок для применения совместно с системой голосового ввода Часть 1: КТ-исследования (база данных): № 2022622227: заявл. 12.09.2022: опубл. 04.10.2022 / **Н.Д. Кудрявцев, А.Р. Нурмеева, А.В. Петрайкин, М.Г. Андрианова.**
10. **Кудрявцев, Н.Д.** Chrono-analytics for radiology V1 (программа для ЭВМ): № 2023661443: заявл. 01.06.2023: опубл. 07.06.2023 / **Н.Д. Кудрявцев, А.В. Омельченко, Д.Е. Шарова, Ю.А. Васильев.**

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АРМ	Автоматизированное рабочее место
ДИ	Доверительный интервал
ДЗМ	Департамент здравоохранения города Москвы
ДРА	Денситометрия
ЕРИС ЕМИАС	Единый радиологический информационный сервис Единой медицинской информационно-аналитической системы
КТ	Компьютерная томография
МРТ	Магнитно-резонансная томография
МРЦ	Московский референс-центр лучевой диагностики
НИР	Научно-исследовательская работа
СЭМД	Структурированный электронный медицинский документ
УЕТ	Условные единицы труда
ЭВМ	Электронная вычислительная машина
WW / WL	Window width / window level (ширина и уровень окна просмотра)