

**А.А. КОШКАРОВ,**

начальник информационно-вычислительного отдела, ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» Министерства здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия, e-mail: koshkarov17@yandex.ru, koshkarov@kkod.ru

Р.А. МУРАШКО,

к.м.н., доцент кафедры онкологии с курсом торакальной хирургии ФПК и ППС ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, главный внештатный специалист-онколог Министерства здравоохранения Краснодарского края, главный врач ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» Министерства здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия, e-mail: ramurashko@rambler.ru, kkod@kkod.ru

В.Г. ЕЛИШЕВ,

к.м.н., доцент кафедры онкологии и лучевой диагностики ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, главный внештатный специалист-онколог Министерства здравоохранения Свердловской области, главный внештатный специалист-онколог Уральского Федерального округа, главный врач ГАУЗ Свердловской области «Свердловский областной онкологический диспансер», г. Екатеринбург, Россия, e-mail: elishev-vladimir@yandex.ru, cood@uralonco.ru

Л.Н. ШЕВКУНОВ,

к.м.н., заведующий отделением лучевой диагностики, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: levka1978@mail.ru

И.Г. ФРОЛОВА,

д.м.н., профессор, заведующая отделением лучевой диагностики НИИ онкологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», г. Томск, Россия, e-mail: FrolovalG@oncology.tomsk.ru

Е.Л. ЧОЙНЗОНОВ,

д.м.н., профессор, академик РАН, директор НИИ онкологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», заведующий отделением опухолей головы и шеи НИИ онкологии Томского НИМЦ, заведующий кафедрой онкологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, г. Томск, Россия, e-mail: choynzonov@gmail.com, choynzonov@nfmic.ru

А.В. ДУБРОВИН,

заместитель генерального директора, ООО «ЛИНС», г. Москва, Россия, e-mail: dav@lins.ru

И.Н. УМЕЦКИЙ,

генеральный директор ООО «ЛИНС», г. Москва, Россия, e-mail: iu@lins.ru

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ХРАНЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЕ В РАМКАХ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ЦИФРОВОГО КОНТУРА

УДК: 61:621.397.13+61:621.398+61:681.3

DOI: 10.37690/1811-0193-2020-S1-15-27

Кошкаргов А.А., Мурашко Р.А., Елишев В.Г., Шевкунов Л.Н., Фролова И.Г., Чойнзонов Е.Л., Дубровин А.В., Умецкий И.Н. Особенности распределенного хранения медицинских изображений в онкологической службе в рамках создания единого цифрового контура (ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» Министерства здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия; ГАУЗ Свердловской области «Свердловский областной онкологический диспансер», г. Екатеринбург, Россия; ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия; НИИ онкологии Томского НИМЦ, г. Томск, Россия; ООО «ЛИНС», г. Москва, Россия)

Аннотация. Развитие эффективного единого информационного пространства службы лучевой диагностики регионов возможно за счет подключения к распределенным системам хранения медицинских изображений под управлением региональных радиологических информационных систем всех центров амбулаторной онкологической помощи и медицинских организаций в рамках региональных программ «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой



государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ) субъектов Российской Федерации. Целью работы является изучение особенностей применения радиологических информационных систем по профилю «онкология» и разработка рекомендаций по созданию распределенных архивов медицинских изображений в онкологической службе в рамках реализации федерального проекта. В работе рассмотрены результаты внедрения программных продуктов «ЛИНС LookInside», «ЛИНС Махаон» в онкологических диспансерах и клиниках. Приведены данные о подключении диагностического оборудования и интеграции с медицинскими информационными системами. Установлено, что в каждой медицинской организации онкологического профиля должен быть внедрен свой локальный PACS. На примере федеральных онкологических центров рекомендуется в радиологические информационные системы включать эндоскопические подразделения, кабинеты радионуклидной и ультразвуковой диагностики, а также устанавливать и подключать системы автоматической публикации на внешние носители с DICOM-исследованиями.

Ключевые слова: радиологическая информационная система, PACS, DICOM, медицинские изображения, лучевая диагностика, телемедицина, телерадиология.

UDC: 61:621.397.13+61:621.398+61:681.3

Koshkarov A.A., Murashko R.A., Elishev V.G., Shevkunov L.N., Frolova I.G., Chojnzonov E.L., Dubrovin A.V., Umetskiy I.N. Features of distributed storage of medical images in the oncology service as part of the implementation of the Unified Digital Circuit (SBHI «Clinical Oncology Dispensary №1» under the Ministry of Healthcare of Krasnodar region, Krasnodar, Russia; SAHI of the Sverdlovsk Region «Sverdlovsk Regional Oncology Center», Yekaterinburg, Russia; FSBI «N.N. Petrov National medical research center of oncology» of the Ministry of Healthcare of the Russian, St. Petersburg, Russia; Cancer Research Institute FSBSI «Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences», Tomsk, Russia; LLC «LINS», Moscow, Russia)

Abstract. The development of an effective unified information space of the regional radiology diagnostics service is possible by connecting all outpatient cancer care centers and medical organizations to distributed medical image storage systems under the management of regional radiological information systems within the framework of the regional programs "Creation of the unified digital circuit in healthcare based on the unified state health information system" of the territorial subjects of the Russian Federation. The aim of the research is to study the features of using radiological information systems in the oncological profile and develop recommendations for creating distributed archives of medical images in the oncology service within the framework of the federal project. The paper considers the results of the implementation of software products "LINS LookInside", "LINS Makhaon" in the framework of implementation of local and regional projects in cancer clinics. The data on the connected diagnostic equipment and integration with medical information systems are provided. It has been established that each medical organization with an oncological profile should have its own local PACS installed. Using the example of federal cancer centers, it is recommended to include endoscopic departments, radionuclide and ultrasound diagnostics rooms in radiological information systems, as well as to install and connect systems for automatic publication of CD/DVD discs with DICOM studies.

Keywords: radiology information system, PACS, DICOM, medical imaging, radiology, telemedicine, teleradiology.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие радиологических информационных систем (РИС) и систем цифровых архивов медицинских диагностических изображений – PACS (picture archiving and communication systems) в онкологической службе находится на стыке реализации двух федеральных проектов: «Борьба с онкологическими заболеваниями» и «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ)» приоритетного национального проекта «Здравоохранение».

Определены медицинские организации (МО), оказывающие помощь больным с онкологическими заболеваниями, для переоснащения медицинским оборудованием в соответствии с порядками оказания медицинской помощи по профилю «онкология». Соответственно паспортами региональных проектов предусмотрены показатели подключения государственных и муниципальных МО к централизованной системе (подсистеме) «Центральный архив медицинских изображений» субъектов Российской Федерации.

В связи с внесением изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья [17], наиболее эффективным представляется подход удаленных консультаций на основе телерадиологии как частного случая телемедицины. Основной инфраструктурой для применения телемедицинских технологий в лучевой диагностике являются РИС, охватывающие как отдельные МО, так и целые административно-территориальные единицы [2, 8, 11, 18].

В Российской Федерации отмечается рост парка высокотехнологичного оборудования для лучевой диагностики. В частности, ежегодный прирост количества



компьютерных и магнитно-резонансных томографов (КТ и МРТ) достигает 25%, устаревший парк активно заменяют цифровым оборудованием, нарастает востребованность лучевых исследований, развиваются референс-центры для описания результатов исследований лучевой диагностики [12].

Наиболее распространенным и системным вариантом являются референс-центры в сфере онкологии [3–4, 7], которые должны осуществлять контроль качества, вести организационно-методическую работу, образовательную и научную деятельность. Все еще актуальным направлением при описании результатов классической рентгенографии (в том числе маммографии) остается разработка программных продуктов, способных если не заменить врача, то оказать ему эффективную помощь, например, самостоятельно выявлять и обращать внимание на определенные патологические изменения [5].

За последние 3 года на базе программного обеспечения (ПО) «ЛИНС LookInside», «ЛИНС Махаон» (<http://lins.ru/>) реализованы четыре проекта по созданию, внедрению и развитию РИС регионально-го масштаба. Это региональные радиологические информационные системы (РРИС): Краснодарского края, Брянской, Тюменской и Новгородской областей. По результатам проектов в разные годы в образованные радиологические цифровые контуры включены локальные PACS МО по профилю «онкология».

На уровне МО обеспечено функционирование локальных решений для онкологических диспансеров

в Красноярском и Камчатском крае, Кемеровской и Свердловской областях. И два локальных PACS установлены в федеральных онкологических клиниках – Томского НИМЦ (г. Томск) и НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова (г. Санкт-Петербург).

Таким образом, результаты применения одного решения за несколько лет могут быть рассмотрены в рамках локальных и региональных проектов, в разрезе работы онкологических диспансеров и клиник II, III и IV уровней оказания медицинской помощи, а также первичного звена (центральных районных или городских больниц).

Цель работы: изучение особенностей применения РИС по профилю «онкология» и разработка рекомендаций по созданию распределенных архивов медицинских изображений в онкологической службе в рамках реализации федерального проекта «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ)».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассмотрим реализацию региональных проектов за последние несколько лет по созданию радиологических цифровых контуров в регионах на базе ПО «ЛИНС LookInside», «ЛИНС Махаон». РРИС реализованы по типовой схеме (рис. 1).

МО разделены на три типа в зависимости от парка цифрового диагностического оборудования:

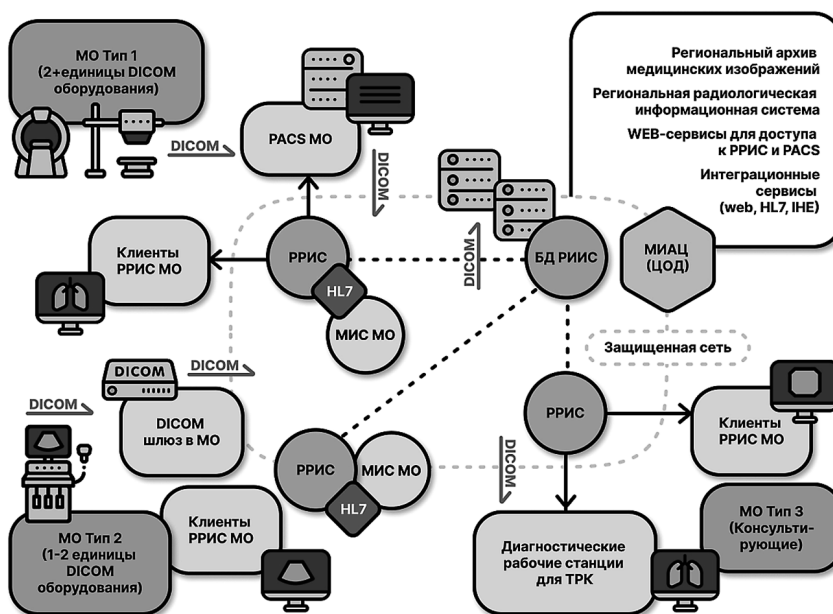


Рис. 1. Типовая схема РРИС

1) имеющие более двух единиц; 2) менее двух единиц; 3) выполняющие функции консультантов, референс-центров.

База данных (БД) РРИС устанавливается в центре обработки данных (ЦОД), чаще всего медицинского информационно-аналитического центра (МИАЦ) региона. Вместе с БД РРИС, в которую сохраняются текстовые описания протоколов исследований, в ЦОД устанавливается PACS-система, выполняющая функции центрального архива медицинских изображений (ЦАМИ). МО 2-го типа подключаются к ЦАМИ по протоколу DICOM [19], а передача данных осуществляется через DICOM-шлюзы. Соответственно в МО 1-го типа устанавливаются свои локальные PACS, к которым подключается DICOM-оборудование. Все PACS-системы функционируют в защищенной сети региона, доступ к изображениям и протоколам обеспечивается через клиентские приложения РРИС, образуя радиологический цифровой контур.

РРИС Краснодарского края с 2016 г. по состоянию на июль 2020 г. образует радиологический цифровой контур для 19 МО (каждая со своим локальным архивом медицинских изображений), из них 4 онкологических диспансера (Краснодар, Армавир, Новороссийск и Сочи; представляет собой единый программно-аппаратный комплекс информационно

и технологически взаимосвязанных подсистем, позволяющий осуществлять её эксплуатацию в любом функциональном наборе в зависимости от потребностей [15]. При создании РРИС применялся подход, основанный на технологии распределенного хранения данных [6, 10].

Общее число подключенного медицинского диагностического оборудования по протоколу DICOM в рамках РРИС Краснодарского края составляет 63 единицы, из них 11 установлены в ведущем медицинском учреждении в регионе для оказания специализированной медицинской помощи онкологическим больным – Клинический онкологический диспансер № 1 – КОД № 1 (<http://kkod.ru/>). Центральная БД протоколов исследований установлена в МИАЦ Краснодарского края (<https://www.miacuban.ru/>) и интегрирована с медицинскими информационными системами (МИС) МО региона, а также реплицируется с БД КОД № 1 (рис. 2).

На основе единой системы организован локальный архив медицинских изображений, результатов диагностических исследований в КОД № 1, который представляет собой по аналогии с РРИС – единый программный комплекс. На рис. 2 приведена общая архитектура такой системы, которая включает ПО (различных типов) и автоматизированные рабочие места:

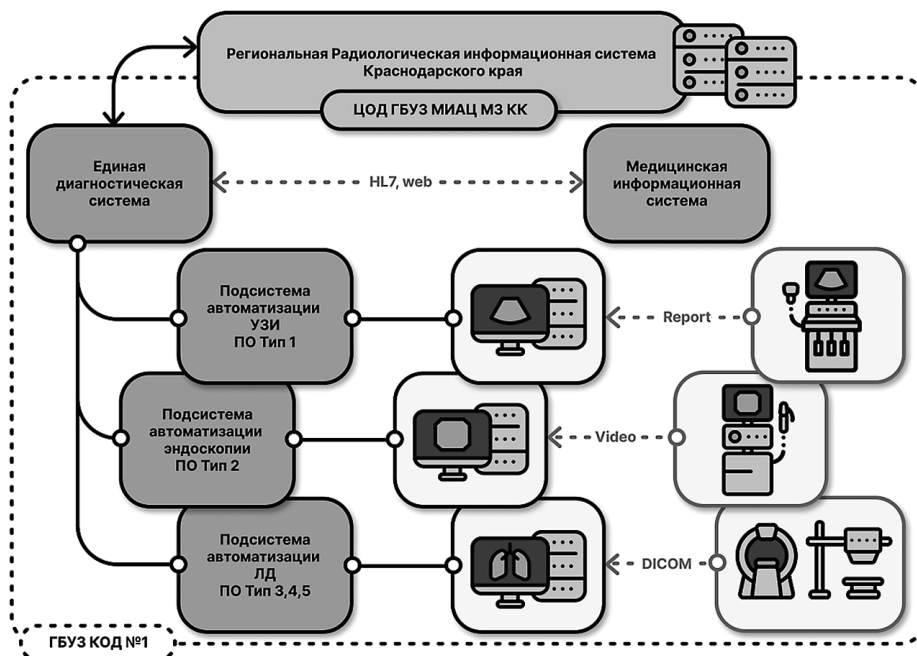


Рис. 2. Схема единой РИС КОД № 1, включая подсистемы лучевой, ультразвуковой и эндоскопической диагностики



- 1) врача ультразвуковой диагностики;
- 2) врача эндоскопической диагностики;
- 3) врача лучевой диагностики;
- 4) для организации архива медицинских изображений (PACS), включая модули для доступа к медицинским изображениям на основе web-технологий; интеграции РИС с диагностическим оборудованием (сервис DICOM Modality Worklist);

5) для обработки медицинских изображений с возможностью построения 3D моделей;

6) для организации гарантированной передачи медицинских изображений (из передвижного маммографического комплекса с аппаратом для ультразвуковой диагностики).

Всего в КОД № 1 подключено 34 единицы оборудования различных производителей и модальностей. КТ: General Electric, Toshiba, Philips; МРТ General Electric; рентгеновские аппараты, маммографы, системы оцифровки: ЗАО МТЛ, Siemens, General Electric, Рентгенпром; ультразвуковые аппараты: Toshiba, Medison, Aloka, Philips, SonoScape, General Electric, Hitachi; эндоскопические системы: Olympus, Pentax, Fujifilm. Все подсистемы работают с единой БД и выгружают данные обо всех проведенных исследованиях в РРИС Краснодарского края. На рабочих местах врачей диагностических специальностей КОД № 1 обеспечен доступ к РРИС

Краснодарского края для планирования, регистрации, протоколирования и обработки исследований.

Пополнение маммографических исследований из межтерриториальных онкологических диспансеров Краснодарского края определяет актуальность их передачи на консультацию. В связи с этим, с 2018 года в КОД № 1 организован Референсный клинико-диагностический центр по патологии молочной железы [7]. Референс-центр использует при необходимости службы и отделения КОД № 1, осуществляет свою работу во взаимодействии с онкологическими диспансерами и другими организациями по вопросам оказания специализированной онкологической помощи населению Краснодарского края (рис. 3).

Для первичного обследования пациентов используется специализированное оборудование: передвижной маммографический комплекс и аппарат для ультразвуковой диагностики. При подозрении на онкопатологию пациента направляют на комплексное дообследование для уточнения диагноза и оценки распространенности процесса. Если опасения подтвердились, то больной направляется в онкологический диспансер.

По беспроводной технологии передачи данных обеспечена пересылка изображений передвижных маммографических комплексов на рабочие места врачей-рентгенологов посредством

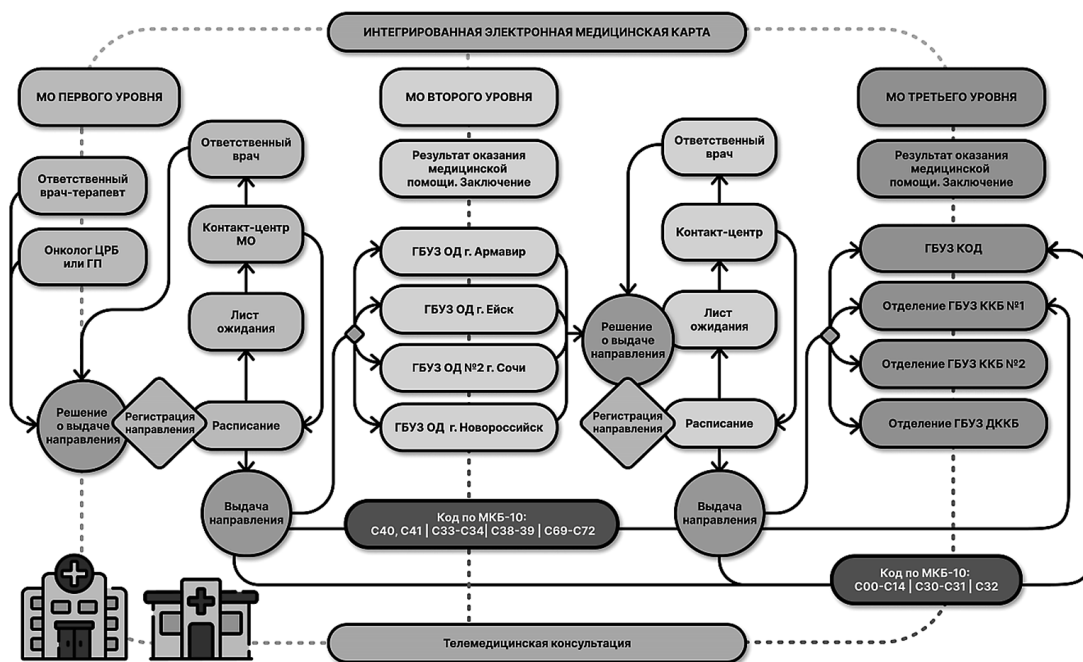


Рис. 3. Схема электронного взаимодействия по вопросам оказания специализированной онкологической помощи в Краснодарском крае



специализированного программного обеспечения DICOM Маршрутизатор. Фургону с маммографическим кабинетом необходимо заехать на территорию диспансера, стать на контрольную точку, и все созданные на выезде снимки из DICOM узла автоматически пересылаются в PACS.

В настоящее время КОД № 1 ведет активную научную работу в области разработки алгоритмов систем поддержки принятия врачебных решений [1, 16], взаимодействуя с лабораториями по искусственному интеллекту ПАО Сбербанк, ООО «Платформа Третье мнение».

РРИС Брянской области с 2018 г. по состоянию на июль 2020 г. образует радиологический цифровой контур для 10 МО (каждая со своим локальным архивом медицинских изображений), в том числе Брянский областной онкологический диспансер (<http://bronkodisp.brkmed.ru/>). Из «тяжелой» техники в онкологическом диспансере Брянска к PACS подключены КТ, МРТ, однофотонный эмиссионный компьютерный томограф (ОФЭКТ) КТ.

В июне 2020 г. в Брянской областной больнице № 1 (<http://боб1.рф>) запущен проект по распознаванию снимков КТ легких для диагностики пневмонии, в том числе для выявления COVID-19. Система использует алгоритмы искусственного интеллекта, разработанные в Лаборатории по искусственному интеллекту Сбербанка. На сегодняшний день система умеет показывать в процентах пострадавшую

часть легких, определять пораженные участки легких (матовое стекло и консолидации) и рассчитывать их общий объем.

Общее число подключенного медицинского диагностического оборудования по протоколу DICOM в рамках РРИС Брянской области составляет 41 единицу, и в 2020 г. еще 19 МО и 60 единиц цифрового диагностического оборудования подключаются к системе. Центральная БД протоколов исследований установлена в МИАЦ Брянской области и интегрирована с региональной МИС.

РРИС Тюменской области с 2018 г. по состоянию на июль 2020 г. образует радиологический цифровой контур для 46 подразделений 23 МО (10 локальных архивов медицинских изображений), в том числе Многопрофильный клинический медицинский центр «Медицинский город» (<https://medgorod.info/>). Последний в свою очередь использует PACS «Enterprise Archive» General Electric (<https://www.gehealthcare.com/>), а регистрацию описаний протоколов исследований осуществляет в РРИС Тюменской области (рис. 4). Из «тяжелой» техники в онкологической клинике Тюмени к PACS подключены два КТ, один МРТ, три ОФЭКТ системы, два позитронно-эмиссионных томографа (ПЭТ/КТ).

Общее число подключенного медицинского диагностического оборудования по протоколу DICOM в рамках РРИС Тюменской области составляет 110 единиц, и еще 180 единиц цифрового

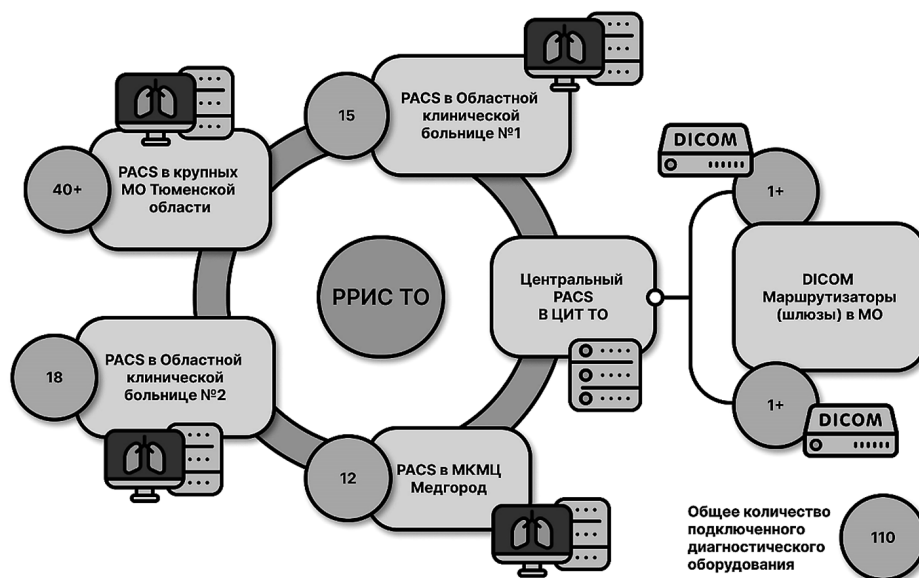


Рис. 4. Схема гибридной модели хранения медицинских изображений на примере РРИС Тюменской области



диагностического оборудования подключаются к системе в 2020 году. Центральная БД протоколов исследований установлена в Центре информационных технологий Тюменской области – ЦИТ ТО (<https://cito.ru/>) и интегрирована с региональной МИС. Кроме того, в целях обеспечения надежности хранения все исследования из локальных архивов медицинских изображений дублируются в ЦАМИ ЦИТ ТО. Описанная схема, представленная на *рис. 4*, соответствует гибридной модели хранения данных.

РРИС Новгородской области с 2019 г. по состоянию на июль 2020 г. образует радиологический цифровой контур для 12 МО (в 7 из которых установлены свои локальные архивы медицинских изображений), в том числе Новгородский Областной клинический онкологический диспансер (<https://www.povonko.ru/>). Из «тяжелой» техники в онкологической клинике Великого Новгорода к PACS подключены КТ, МРТ, ОФЭКТ КТ.

Общее число подключенного медицинского диагностического оборудования по протоколу DICOM в рамках РРИС Новгородской области составляет 41 единицу. Центральная БД протоколов исследований установлена в МИАЦ Новгородской области (<http://mias53.ru/>) и интегрирована с региональной МИС.

За несколько лет до применения технологий распределенного хранения медицинских изображений и реализации проектов РРИС онкологические центры оснащались своим локальными PACS-системами, интегрировались с МИС МО или региона.

Так, в самых крупных больницах Красноярского края (которые являются поставщиками основного объема диагностических исследований региона), в том числе Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А.И. Крыжановского (<http://onkolog24.ru/ru/>), с 2014 г. установлены локальные PACS «ЛИНС Махаон». Все исследования дублируются в ЦАМИ в PACS «iQ-WEB» (<https://image-systems.biz/>), установленный в Красноярском краевом МИАЦ (<https://www.kmiac.ru/>), и к которому также подключены другие небольшие МО с парком диагностического оборудования не более двух единиц. Организация доступа к изображениям и описанию протоколов исследований находится под управлением региональной МИС «qMS» (<https://sparm.com/>). Описанная схема также соответствует гибридной модели хранения данных.

Камчатский краевой онкологический диспансер (<https://katonco.ru/>) аналогично использует в качестве общебольничной МИС «qMS» и PACS

«ЛИНС Махаон», интеграция которых осуществлена в 2019 году. PACS на Камчатке занимает ведущую роль в системе телемедицинских консультаций, активно используется для взаимодействия с национальными медицинскими исследовательскими центрами (НМИЦ).

В Областном клиническом онкологическом диспансере Кемеровской области (<http://www.kemokod.ru/>) PACS-система введена в эксплуатацию с 2015 года и ставилась как программно-аппаратный комплекс, включающий серверное и компьютерное оборудование. Были подключены КТ General Electric, Siemens, ОФЭКТ Mediso, ультразвуковые сканеры.

Система стала первым комплексным решением для организации хранения и оборота медицинских изображений в г. Кемерово. Врачи-диагносты получили широкие возможности работы с изображениями на профессиональных рабочих станциях врача, а врачи-клиницисты – возможность оперативно получать доступ к проведенным исследованиям, используя web-портал.

Самарский областной клинический онкологический диспансер (<https://samaraonko.ru/>) с 2018 г. для обработки медицинских изображений также использует комплекс программ «ЛИНС Махаон Рабочая станция врача». PACS системы Самарской области различных производителей (в том числе «Луч-С», разработанной на базе Самарского Государственного медицинского университета) планируют подключать к сети через специальный проксирующий модуль, который опрашивает сторонний PACS и публикует все новые исследования в региональной распределенной сети [6].

В Свердловском областном онкологическом диспансере – СООД (<http://www.uralonco.ru/>) в 2018 г. установлено серверное программное обеспечение для организации архива медицинских изображений PACS. В 2020 г. с целью создания регионального референс-центра лучевой диагностики Свердловской области по профилю «онкология» на базе СООД, кроме г. Екатеринбурга, свои локальные PACS были поставлены в филиалы в городах Нижний Тагил и Каменск-Уральский.

Главной функцией референс-центра СООД определена организация дистанционного контроля качества лучевых исследований – компьютерных и магнитно-резонансных томографий, а также проведение телемедицинских консультаций (ТМК) рентгено-радиологических исследований по профилю «онкология», выполненных в отделениях лучевой диагностики МО Свердловской области и г. Екатеринбурга.



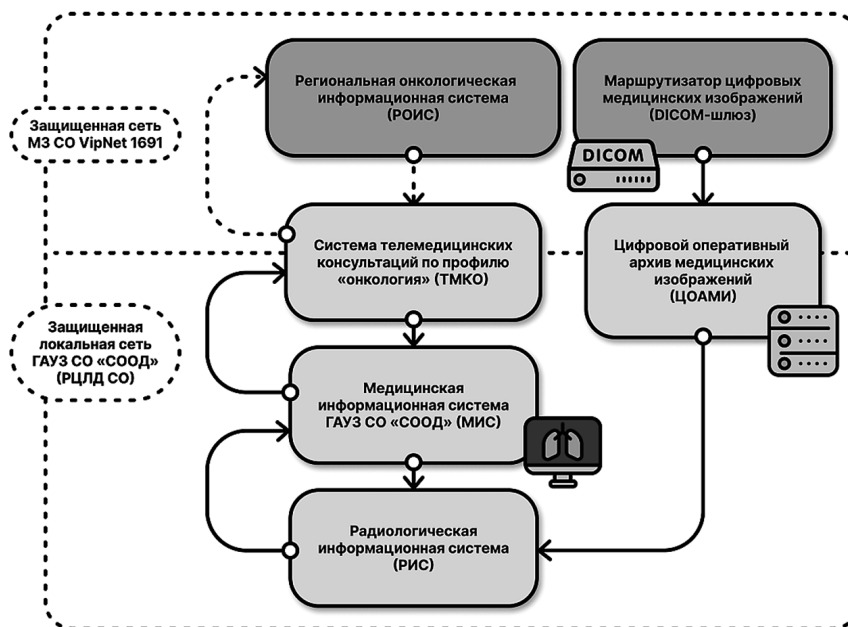


Рис. 5. Схема системы референс-центра СООД

Функционирование референс-центра обеспечено интеграцией с Региональной онкологической информационной системой (РОИС) «ОНКОР» (<https://oncor.pro/>), МИС «Медофис» (<https://www.medoffice.ru/>) и РИС «ЛИНС LookInside» (рис. 5).

Информационная система телемедицинских консультаций по профилю «онкология» (ТМКО) обеспечивает взаимодействие всех пользователей системы. МИС организует работу структурных подразделений СООД в части расписания, формирования реестров-счетов для оплаты выполненных медицинских услуг в системе ОМС и хранение медицинской документации. РИС обеспечивается организация рабочего места врача-эксперта, интеграция с системами хранения цифровых медицинских изображений. Цифровой оперативный архив медицинских изображений (ЦОАМИ) организует хранение, систематизацию и предоставление доступа к медицинским изображениям формата DICOM (DICOM-изображениям), передаваемых в рамках ТМК. Маршрутизатор цифровых медицинских изображений (DICOM-шлюз) осуществляет доставку медицинского изображения в формате DICOM от заказчика ТМК до ЦОАМИ, обеспечивая оптимальную скорость загрузки, в зависимости от ширины канала связи, и контроль целостности данных.

Единое клиничко-диагностическое информационное пространство призвано объединить знания врачей-рентгенологов всего региона, что позволит

значительно повысить доступность и качество оказания онкологической помощи жителям Свердловской области, увеличить выявляемость злокачественных новообразований на ранних стадиях. Для врачей-рентгенологов из разных районов области в режиме реального времени обеспечена возможность обсуждать диагностические данные пациентов, проводить ежегодно 15 тысяч ТМК, выполнять телеаудит 30 тысяч рентгенорадиологических исследований, находящихся в ЦАМИ Свердловской области и проводить до пяти тысяч курсов дистанционного обучения для специалистов-рентгенологов.

Референсный центр оснащен 15 рабочими станциями с диагностическими мониторами высокой четкости, серверами для хранения данных и серверами для экспертной постобработки данных, которые позволяют врачам ежегодно анализировать и обрабатывать 200 тысяч исследований. На первом этапе запуска референс-центра через региональную информационную систему ОНКОР к дистанционной работе подключились городские больницы Асбеста, Первоуральска, Верхней Пышмы, Каменска-Уральского, Нижнего Тагила и Екатеринбурга. Далее планируется интегрировать в общую систему рабочие места всех врачей-рентгенодиагностов региона.

Для полноты обзора рассмотрим реализацию возможностей хранения медицинских изображений в федеральных онкологических клиниках, как учреждениях IV уровня оказания медицинской помощи.



Научно-исследовательский институт онкологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук» (ранее НИИ онкологии СО РАМН) открыт 29 июня 1979 года, 1 июля 2016 года реорганизован в Томский НИМЦ (<http://onco.tnimc.ru/>) является единственным научно-исследовательским институтом онкологического профиля на территории Сибири и Дальнего Востока, возглавляет работу проблемной комиссии по онкологии межведомственного научного Совета по медицинским проблемам Сибири и Дальнего Востока, осуществляет научно-методическое руководство онкологическими учреждениями региона по вопросам клинической онкологии и внедрения научных достижений в практику здравоохранения [9].

С 2010 года в онкологической клинике Томского НИМЦ работает информационная система отделения лучевой диагностики, в которую входит все цифровое визуализирующее оборудование клиники: КТ, МРТ, гамма-камера, рентгеновские аппараты, маммографы, ультразвуковые сканеры. За все время работы системы в клинике накоплена большая диагностическая база.

Единое информационное пространство диагностической службы было организовано за счет внедрения решений: PACS-системы, 10 диагностических рабочих станций, РИС, с которой работают 40 пользователей – врачей и лаборантов диагностических подразделений.

Работа с изображениями представляет общую методологическую сущность и определяет родство лучевой диагностики с эндоскопией [13]. Поэтому с 2017 года к единой системе подключено еще одно, эндоскопическое, отделение. В отделении выполняются все виды эндоскопических исследований: видеогастроскопия, видеоколоноскопия, видеобронхоскопия, видеоларингоскопия, видеоэпифарингоскопия и другие. Диагностическая система отделения была интегрирована с диагностическим оборудованием Olympus (видеоэндоскопические стойки серии CV150, CV180, CV190, CV260SL – всего 6 стоек) и позволяет захватывать видеозаписи исследований в высоком разрешении, сохранять их в единой базе эндоскопического отделения. Также реализована возможность динамического переключения между эндоскопическими стойками на рабочем месте врача-эндоскописта, поддерживаются функции сжатия видео и его обработки (в том числе обрезка) для долговременного хранения.

Таким образом, сегодня в онкологической клинике Томского НИМЦ все визуализирующие методы

исследований регистрируются и хранятся в единой БД. Это позволяет получить полную динамическую картину состояния пациента, поскольку в системе формируется единая диагностическая карта пациента, включающая в себя как цифровые изображения, так и протоколы (описания) выполненных исследований.

Система полностью отвечает онкологической специфике клиники, которая заключается в непрерывном динамическом наблюдении пациентов, анализе их состояния и сравнении новых выполненных исследований с результатами предыдущих обследований. Лечащие врачи-онкологи, в том числе хирурги, имеют возможность получения полной информации о пациенте в рамках мультидисциплинарного подхода при планировании сложных оперативных вмешательств.

ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России (<https://www.niioncologii.ru/>) в качестве подсистемы хранения, передачи медицинских изображений используют PACS и подсистему дистрибуции медицинских изображений. Обеспечена работа специализированного программного обеспечения (СПО) с системой для публикации CD/DVD -дисков с DICOM-исследованиями.

В работе отделения лучевой диагностики НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова важное место занимают консультации внешних носителей с DICOM-исследованиями пациентов из других медицинских организаций (CD/DVD-дисков, USB-флеш). Поэтому налажена работа по предварительной обработке и загрузке DICOM-исследований в локальный архив медицинских изображений.

Для выдачи результатов используют систему публикации, которая включает возможности автоматической и ручной отправки DICOM-исследований из PACS и формирования необходимых файлов для обеспечения автоматической записи CD/DVD дисков с последующей печатью на диске информации о МО (в том числе логотип), исследовании, пациенте. При автоматической отправке все этапы процесса не требуют участия пользователя. На диск автоматически записывается СПО для просмотра медицинских изображений, которое не имеет ограничений на количество копий, записываемых на диск.

Для описания протоколов исследований НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова использует МИС «Виста-Мед» (<https://vistamed.ru>). С МИС обеспечена интеграция посредством вызова web-просмотрщика медицинских изображений, хранящихся в PACS



(формирование URL). За период 2019–2020 гг. начата опытная эксплуатация вертикально интегрированной МИС по профилю «онкология» совместно с НМИЦ и онкологическими диспансерами Томской, Свердловской и Тульской областей, Республики Карелия и Ханты-Мансийского автономного округа.

Таким образом, приведено описание возможностей хранения медицинских изображений на всех уровнях оказания медицинской помощи: и в рамках реализации региональных проектов, когда PACS в онкологических диспансерах внедряется вместе со всем регионом и накрывается единой РИС, и локальные решения, встраиваемые в существующий информационный обмен и интегрируемые с МИС и PACS, и примеры федеральных онкологических клиник.

Задачу информатизации процессов лучевой диагностики решает специальный класс информационных систем в здравоохранении [14] – РИС, которая позволяет взаимодействовать с МИС и PACS различных производителей в рамках отраслевых стандартов и профилей обмена медицинскими данными (HL7, DICOM, IHE).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из описания, независимо от реализации центральной или локальной модели хранения медицинских изображений, онкологические центры всегда имеют свои собственные PACS. Это обусловлено наличием большого парка высокотехнологичного оборудования для лучевой диагностики, так называемой «тяжелой» радиологической техники: КТ, МРТ, ангиографических аппаратов, ОФЭКТ КТ, ПЭТ/КТ и классического рентгена (в том числе маммографы).

Закупка и обслуживание нового высокотехнологичного оборудования, замена старых аналоговых диагностических приборов на цифровые требует дополнительных расходов, поэтому тарифы обязательного медицинского страхования (ОМС) на оказание услуг лучевой диагностики нуждаются в пересмотре в сторону их увеличения и в первую очередь для онкологических центров.

На примере федеральных онкологических центров рекомендуется в РИС включать эндоскопические подразделения, кабинеты радионуклидной и ультразвуковой диагностики, а также устанавливать и подключать системы автоматической дистрибуции на внешние носители с DICOM-исследованиями как на CD/DVD-диски, так и на USB-флеш в связи с их распространенностью и удобством.

Таким образом, применение локальных PACS в онкологических центрах под управлением РРИС позволяет реально облегчить деятельность и ускорить рутинную работу лучевого диагноста с повышением качества интерпретации рентгенологической картины и последующего ее описания. По результатам исследования собраны данные об использовании PACS в онкологических центрах, количестве подключенных приборов, объеме хранения информации (таблица 1).

Как видно из таблицы, локальные архивы медицинских изображений полностью отвечают онкологической специфике и удовлетворяют всем требованиям по подключению диагностического оборудования и объемам хранения данных. Все данные, сделанные в рамках одной МО, хранятся на своих мощностях и управляются локальной PACS-системой. Тем самым обеспечивается наиболее комфортная работа МО со своими снимками, так как происходит в локальной сети. Но в тоже время любому врачу региона, если PACS функционирует в рамках РРИС, при необходимости обеспечен доступ к этим снимкам по защищенным каналам связи.

На ближайшие годы во всех субъектах Российской Федерации запланированы мероприятия по подключению МО к централизованным системам (подсистемам) «Центральный архив медицинских изображений». Поэтому актуальна задача выбора комплексного решения, которое будет эффективно решать весь спектр задач онкологической службы, определенный контрольными показателями в плане обработки результатов диагностических исследований (РДИ).

При проектировании системы хранения РДИ необходимо учитывать множество факторов, в том числе технические и организационные особенности субъекта, поскольку это может влиять на выбор той или иной системы. По результатам проведенного анализа реализованных проектов в МО онкологического профиля модели хранения медицинских изображений можно разделить на три группы:

- 1) системы централизованного хранения медицинских изображений;
- 2) системы распределенного хранения медицинских изображений;
- 3) системы, основанные на гибридном подходе, то есть на принципах как централизованного, так и распределенного хранения.

Именно реализация распределенной системы хранения медицинских изображений (или гибридной)



2020, октябрь

Таблица 1

Мониторинг эксплуатации PACS в онкологических центрах по состоянию на июль 2020 г.

Наименование организации	НИИ онкологии Томского НМИЦ, г. Томск		Красноярский краевой клинический ОД им. А.И. Крыжановского, г. Красноярск		НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова, г. Санкт-Петербург	
Ввод в экспл.	2010 г.		2014 г.		2019 г.	
Объем архива	33 ТБ		33,7 ТБ		45 ТБ	
Модальность	Кол-во приб.	Кол-во исслед.	Кол-во приб.	Кол-во исслед.	Кол-во приб.	Кол-во исслед.
СТ	1	56523	1	38259	2	51677
MR	1	30415	1	24993	3	26247
SPECT	1	3619	2	22034	2	10757
PET	0	0	0	0	0	0
DX CR	3	33623	6	79553	4	11598
MG	2	24240	2	18450	1	8463
Всего	8	148420	12	183289	12	108742
В среднем за 1 день<*>	x	81	x	161	x	291

Продолжение табл. 1 (справа)

Наименование организации	Клинический ОД № 1, г. Краснодар		МКМЦ «Медицинский город», г. Тюмень		Свердловский областной ОД, г. Екатеринбург	
Ввод в экспл.	2018 г.		2018 г.		2018 г.	
Объем архива	28,6 ТБ		9 ТБ		45 ТБ	
Модальность	Кол-во приб.	Кол-во исслед.	Кол-во приб.	Кол-во исслед.	Кол-во приб.	Кол-во исслед.
СТ	3	44342	2	31607	3	83400
MR	1	5480	1	1862	1	21262
SPECT	0	0	3	12307	2	79
PET	0	0	2	6130	0	0
DX CR	3	19289	0	0	4	8562
MG	3	18776	3	3524<***>	3	51
Всего	10	87887	11	55430	13	113354
В среднем за 1 день<*>	x	234	x	198	x	106

Окончание табл. 1 (справа)

Наименование организации	Брянский областной ОД, г. Брянск		Новгородский областной клинический ОД, г. Великий Новгород		Камчатский краевой ОД, г. Петропавловск-Камчатский	
Ввод в экспл.	2019 г.		2019 г.		2019 г.	
Объем архива	2,1 ТБ		1,2 ТБ		1,6 ТБ	
Модальность	Кол-во приб.	Кол-во исслед.	Кол-во приб.	Кол-во исслед.	Кол-во приб.	Кол-во исслед.
СТ	1	2913	1	820	2	3025
MR	1	1777	1	2581	1	2193
SPECT	1	932	1	864	1	10
PET	0	0	0	0	0	0
DX CR	0	0	2	73	1	1260
MG	2	614	2	3482	1	1120
Всего	5	6236	7	7820	6	7608
В среднем за 1 день<*>	x	52	x	77	x	66

<*> средний показатель количества исследований в день рассчитан по данным за февраль-март 2020 г.

<***> DICOM-файлы маммографических исследований хранятся в ЦАМИ



под управлением РРИС позволяет организовать эффективное единое информационное пространство службы лучевой диагностики региона. Посредством системы на региональном уровне обеспечивается доступ к локальным архивам медицинских изображений на основе кроссплатформенного веб-браузера. РИС включает инструменты для интеграции с внешними системами на основе отраслевых стандартов и рекомендаций (HL7, IHE) и обеспечивает взаимодействие с уже внедренными ранее МИС и PACS различных производителей.

Поэтому для развития эффективного единого информационного пространства службы лучевой диагностики регионов целесообразно рекомендовать подключение к распределенной системе хранения медицинских изображений под управлением РРИС всех центров амбулаторной онкологической помощи и медицинских организаций в рамках создания единого цифрового контура в здравоохранении.

Выводы

Изучены особенности применения РИС по профилю «онкология» и разработаны рекомендации по созданию распределенных архивов медицинских изображений в онкологической службе в рамках реализации федеральных проектов.

В каждой МО онкологического профиля должен быть установлен свой локальный PACS. Когда в онкологических центрах будет произведена полная замена аналогового диагностического оборудования

на цифровое с возможностью подключения по протоколу DICOM, целесообразно усилить контроль исполнения требований наличия PACS, например, при аккредитации и выдаче медицинских лицензий по профилю «онкология».

В качестве меры поддержки цифровой трансформации здравоохранения необходимо обеспечить оплату за оказание услуг лучевой диагностики по повышенному тарифу ОМС для тех медицинских организаций, которые осуществили полный переход с аналогового диагностического оборудования на цифровое и используют PACS.

На основе родства лучевой диагностики с эндоскопией в понятии медицинской визуализации рекомендовано к РИС подключать эндоскопические подразделения онкологических центров, как и кабинеты радионуклидной и ультразвуковой диагностики.

Развитие эффективного единого информационного пространства службы лучевой диагностики регионов возможно за счет подключения к распределенным системам хранения медицинских изображений под управлением РРИС всех центров амбулаторной онкологической помощи и медицинских организаций в рамках региональных программ «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ)» субъектов Российской Федерации и интеграции с Федеральной системой «Онкология».

ЛИТЕРАТУРА



1. *Аветисян М.С.* Разработка алгоритма поиска клинически однородных пациентов по слабоструктурированным текстовым данным электронной медицинской карты онкологического профиля / М.С. Аветисян, К.С. Егоров, В.Н. Кох, А.А. Кошкарлов, Р.А. Мурашко, К.В. Собченко, С.В. Шаров, А.А. Халафян // *Врач и информационные технологии.* 2019. – № 3. – С. 32–40.
2. *Владимирский А.В.* Телемедицина: Curatio Sine Tempora et Distantia. М., 2016. – 663 с.
3. *Гамиров Р.Р.* Первые результаты маммографического скрининга рака молочной железы на базе референс-центра РКОД МЗ РТ в рамках целевой отраслевой программы по снижению смертности от рака молочной железы в Республике Татарстан на 2008–2010 годы / Р.Р. Гамиров, Л.Е. Комарова, Р.Ш. Хасанов, М.Г. Калинкина, К.Т. Шакиров, Б.К. Мазитов, Р.Ф. Ситдииков // *Поволжский онкологический вестник.* – 2011. – Т. 1. – № 1. – С. 31–33.
4. *Гамиров Р.Р.* Организация и результаты маммографического скрининга при массовом обследовании женского населения Казани и отдельных территорий Республики Татарстан / Р.Р. Гамиров, Л.Е. Комарова, Р.Ш. Хасанов, К.Т. Шакиров, Б.К. Мазитов // *Поволжский онкологический вестник.* – 2014. – № 4. – С. 4–10.



5. Гусев А.В. Перспективы нейронных сетей и глубокого машинного обучения в создании решений для здравоохранения / А.В. Гусев // Врач и информационные технологии. – 2017. – № 3. – С. 92–105.
6. Гусев В.Н. Современные методы построения распределенного регионального архива медицинских изображений / В.Н. Гусев, С.В. Краснов // В сборнике: Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики. Материалы XVI Международной научно-практической конференции: в 2 т. 2019. – С. 138–141.
7. Глушкова И.В. Региональная радиологическая информационная система Краснодарского края: организация работы референсного клинико-диагностического центра по патологии молочной железы / И.В. Глушкова, А.А. Кошкарлов, Р.А. Мурашко, Д.В. Пеннер, И.Т. Рубцова, А.В. Дубровин // Врач и информационные технологии. – 2018. – № 51. – С. 18–27.
8. Дубровин А.В. От PACS к телерадиологии / А.В. Дубровин, А.А. Кошкарлов // Врач и информационные технологии. – 2017. – № 3. – С. 106–111.
9. Жуйкова Л.Д. Онкологическая заболеваемость в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах / Л.Д. Жуйкова, Е.Л. Чойнзон, О.А. Ананина, И.Н. Одинцова // Сибирский онкологический журнал. – 2019. – Т. 18. – № 6. – С. 5–11.
10. Кошкарлов А.А. Региональная радиологическая информационная система: новые возможности распределенного хранения медицинских изображений в Краснодарском крае / А.А. Кошкарлов, Д.В. Пеннер, И.Т. Рубцова // Тезисы докладов международного конгресса «Информационные технологии медицине 2017» [Электронный ресурс]. – М.: «Консэф», 2017. – Режим доступа: https://itmcongress.ru/dl/2017/09/regionalnaja_radiologicheskaja_informacionnaja_sistema.pdf, 0,375 у.п.л.
11. Морозов С.П. Телерадиология в Российской Федерации: достигнутый уровень / С.П. Морозов, А.В. Владимирский, Н.В. Ледихова // Врач и информационные технологии. – 2019. – № 2. – С. 67–73.
12. Морозов С.П. Референс-центр лучевой диагностики: обоснование и концепция / С.П. Морозов, А.В. Владимирский, Н.Н. Ветшева, Н.В. Ледихова, С.А. Рыжов // Менеджер здравоохранения. – 2019. – № 8. – С. 25–34.
13. Морозов С.П. Основы менеджмента медицинской визуализации / С.П. Морозов [и др.]; под ред. С.П. Морозова. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 432 с.
14. Мухин Ю.Ю. Подходы к параметрической оценке и сопоставлению функций медицинских информационных систем / Ю.Ю. Мухин, Г.С. Лебедев // Информационные и измерительные управляющие системы. М. – 2013. – № 10. – Т. 11. – С. 19–31.
15. Семенов А.Б. О построении региональной системы управления медицинскими изображениями / А.Б. Семенов, А.А. Кошкарлов // Тезисы докладов международного конгресса «Информационные технологии медицине 2016» [Электронный ресурс]. – М.: «Консэф», 2016. – Режим доступа: <http://itm.consef.ru/dl/2016/08/16/o-postroenii-regionalnoy-sistemy-upravleniya-meditsinskimi-izobrazheniyami.pdf>, 0,125 у.п.л.
16. Собченко К.В. Разработка алгоритма автоматизированного вейвлет-анализа данных о работе регистратуры клинического онкологического диспансера на региональном уровне / К.В. Собченко, А.В. Коваленко, А.А. Кошкарлов, Р.А. Мурашко, С.В. Шаров // Врач и информационные технологии. – 2018. – Специальный выпуск Труды Международного конгресса «Информационные технологии в медицине 2018» 11–12 октября, 2018. – С. 66–73.
17. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» от 29.07.2017 № 242-ФЗ.
18. Bashshur R.L., Krupinski E.A., Thrall J.H., Bashshur N. The Empirical Foundations of Teleradiology and Related Applications: A Review of the Evidence. *Telemed J E Health*. – 2016. – V. 11. – № 22. – P. 868–898.
19. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nema.org/Standards/Pages/Digital-Imaging-and-Communications-in-Medicine.aspx> (15.07.2020).