

УДК 616-71

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-2-119-122>

© Мануйлова О.О., Васильев А.Ю., Павлова Т.В., 2020

МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МЕДИЦИНСКИМ МОНИТОРАМ ДЛЯ МАММОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

^{1,3}О. О. Мануйлова, ^{2,3}А. Ю. Васильев, ¹Т. В. Павлова

¹Городская клиническая больница им. В. М. Буянова, Москва, Россия

²Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова, Москва, Россия

³Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики, Москва, Россия

Цель: определение технических характеристик при выборе медицинских просмотровых мониторов, влияющих на качество просматриваемого изображения.

Материалы и методы. Анализ действующих нормативных документов, отечественной и мировой научной литературы, регламентирующих параметров для медицинских просмотровых мониторов.

Результаты и их обсуждение. В российской и зарубежной литературе встречаются единичные публикации, посвященные оценке и анализу медицинских мониторов, а нормативные документы отсутствуют. По данным технической документации представленных в России медицинских просмотровых мониторов были сформированы основные требования, предъявляемые к медицинским просмотровым мониторам, используемые при работе на современных цифровых маммографических системах. В статье проанализированы основные параметры мониторов, влияющие на качество визуализируемого изображения, выделены основные параметры цифровых детекторов, установленных на маммографах, и даны рекомендации для выбора медицинского монитора, отвечающего параметрам маммографа. Выделены основные параметры для мониторов, такие как разрешающая способность, соотношение яркости и контрастности, время отклика, которые при правильном соотношении в значительной степени повышают качество работы врача-рентгенолога.

Заключение. Медицинские просмотровые мониторы должны отвечать физико-техническим параметрам установленного маммографа; для повышения качества работы врачей-рентгенологов, занимающихся диагностикой молочных желез в рамках одного ЛПУ целесообразно выбирать медицинские просмотровые мониторы одной фирмы-производителя; техническое обслуживание медицинских просмотровых мониторов следует осуществлять не реже двух раз в год.

Ключевые слова: медицинские мониторы высокого разрешения, цифровая маммографическая система, молочная железа.

Контакт: Мануйлова Ольга Олеговна, moek@mail.ru

© Manuylova O.M., Vasil'ev A.Yu., Pavlova T.V., 2020

MEDICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS FOR MEDICAL MONITORS FOR MAMMOGRAPHY RESEARCH

^{1,3}Olga O. Manuylova, ^{2,3}Alexander Yu. Vasil'ev, ¹Tamara V. Pavlova

¹City Clinical Hospital named after V. M. Buyanov, Moscow, Russia

²Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Moscow, Russia

³Central Research Institute of Radiation Diagnostics, Moscow, Russia

Purpose: determination of technical characteristics when choosing medical viewing monitors, affecting the quality of the viewed image.

Materials and methods: Analysis of current regulatory documents, domestic and world scientific literature, regulatory parameters for medical viewing monitors.

Results and discussions: In Russian and foreign publications, there are few articles on the assessment and analysis of medical monitors, and there are no regulatory documents. According to the technical documentation of medical viewing monitors presented in Russia, the basic requirements for medical viewing monitors that are used when working on modern digital mammography systems have been formed. The article analyzes the main parameters of monitors that affect the quality of the visualized image, also highlights the main parameters of digital detectors installed on mammographs and gives recommendations for choosing a medical monitor that meets the parameters of the mammograph. The main parameters for monitors are highlighted, such as resolution, brightness to contrast ratio, response time, which, if properly correlated, significantly improve the quality of work of a radiologist.

Conclusions. Medical viewing monitors should meet the physico-technical parameters of the installed mammograph; to improve the quality of the work of radiologists involved in the diagnosis of mammary glands within the framework of one health care facility, it is advisable to choose medical viewing monitors of one manufacturer; maintenance of medical viewing monitors should be performed at least twice a year.

Key words: high resolution medical monitors mammograph, digital mammography system, breast

Contact: Manuylova Olga Olegovna, moek@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Мануйлова О.О., Васильев А.Ю., Павлова Т.В. Медико-технические требования к медицинским мониторам для маммографических исследований // *Лучевая диагностика и терапия*. 2020. Т. 11, № 2. С. 119–122, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-2-119-122>.

Conflict of interests: the author stated that there is no potential conflict of interests.

For citation: Manuylova O.O., Vasil'ev A.Yu., Pavlova T.V. Medical and technical requirements for medical monitors for mammography research // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2020. Vol. 11, No. 2. P. 119–122, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-2-119-122>.

Актуальность выбора медицинских мониторов для цифровой маммографии. В последние десятилетия на смену аналоговым маммографам приходят цифровые системы. Маммография — одна из важных и сложнейших субспециализаций в рентгенологии, где при внедрении цифровых технологий значительно улучшается качество проводимых исследований. При работе с применением цифровой рентгеновской маммографии повышается выявляемость микрокальцинатов и структурной перестройки ткани [1, 2].

Подбор просмотровых медицинских мониторов так же важен и сложен, как и выбор цифровой маммографической системы. Характеристики медицинских просмотровых мониторов должны соответствовать физико-техническим параметрам маммографа [3].

Медицинские мониторы различаются между собой технологией получения и отображения изображения, разрешением, цветопередачей (цветные, черно-белые), яркостью, размером диагонали и опциями комплектации.

Несмотря на очевидные сложности выбора медицинских просмотровых мониторов в маммографии для практического здравоохранения, до настоящего времени в доступной литературе публикации на эту тему отсутствуют.

Цель: определить основные требования к медицинским просмотровым мониторам для цифровых маммографических систем.

Материалы и методы. В работе проанализированы технические характеристики медицинских мониторов, сертифицированных в РФ для маммографических исследований ведущих фирм-производителей (BARCO, EIZO, JVC, JUSHA BEACON). Авторы обращают особое внимание, что в настоящей статье рассматриваются только специализированные медицинские мониторы врача-рентгенолога с разрешающей способностью 5 Мп.

Нормативные документы, действующие в РФ, регламентирующие проведение рентгено-маммографических исследований, представлены в табл. 1.

Результаты и их обсуждение. При работе на современных цифровых маммографических системах важную роль в диагностике имеют как параметры аппарата, так и технические характеристики медицинского просмотрового монитора, которые на территории РФ не регламентированы. Важно знать, что просматриваемые изображения с одного и того же маммографа различаются в зависимости от разных мониторов и их настроек.

При выборе монитора необходимо учитывать соотношение яркости и контрастности. Контрастность позволяет отчетливее визуализировать микрокальцинаты и нарушения архитектоники структуры ткани молочной железы, а яркость — оценивать оттенки серого в максимальном разрешении, таким образом, оптимально подобранные параметры яркости и контрастности на медицинских просмотровых мониторах позволяют оценивать минимальные структурные изменения в ткани молочной железы. Однако соотношение яркости и контрастности должны быть достаточно сбалансированными для описания изображения, но не максимальными. Кроме того, чем выше заявленные яркость и контрастность медицинских просмотровых мониторов, тем больше маневренности для обеспечения лучшего качества изображения.

В зарубежной литературе опубликованы работы о влиянии пространственного разрешения на качество получаемого изображения, но лишь немногие авторы исследовали зависимость уровня яркости дисплея на диагностическую точность [4–6].

Как следует из самого масштабного исследования, проведенного в 2017 г. в Бельгии, повышение уровня калиброванной максимальной яркости увеличивает вероятность обнаружения микрокальцинатов в независимости от плотности молочной железы. Доказано, что при увеличении яркости медицинского дисплея от 500 до 1000 кд/м² вероятность обнаружения микрокальцинатов возрастает от 13 до 20% [7].

Еще одним из важных параметров медицинского монитора является время отклика (отсутствие «следа») от предыдущего изображения, что особенно актуально при работе с реконструкцией изображения (томосинтез).

Медицинский просмотровый монитор должен также коррелировать с параметрами детектора, установленного на цифровом маммографе. Изображения, получаемые на детекторе 10 пл/мм, соответствуют разрешению не менее 2294×1914 пикселей, очевидно, что при использовании монитора ниже 5 Мп (2560×2048) изображение будет показано частично или произойдет потеря изображения. Этот параметр особенно важен при работе на современных цифровых маммографических системах.

Просмотровые медицинские маммографические мониторы имеют 10-битную шкалу серого (1024 оттенка), в то время как бытовые мониторы способны отобразить лишь 8 бит (256 оттенков). Более того, эти 1024 оттенка распределяются таким обра-

Таблица 1

Нормативные документы

Table 1

Normative Documents

№	Ведомство, дата	№ документа	Название документа
1	Минздрав РФ от 02.08.1991 г.	№ 132	Приказ «О совершенствовании службы лучевой диагностики»
2	Минздравсоцразвития России от 15.03.2006 г.	№ 154	Приказ «О мерах по совершенствованию медицинской помощи при заболеваниях молочной железы»
3	Минздравсоцразвития России от 29.12.2006 г.	№ 7127-ПХ	«Методические рекомендации по совершенствованию организации медицинской помощи при заболеваниях молочной железы»
4	Минздравсоцразвития России от 14.12.2009 г.	№ 984н	Приказ «Об утверждении Порядка прохождения диспансеризации государственными гражданскими служащими Российской Федерации и муниципальными служащими, перечня заболеваний, препятствующих поступлению на государственную гражданскую службу Российской Федерации и муниципальную службу или ее прохождению, а также формы заключения медицинского учреждения»
5	Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 18.05.2010 г.	№ 58 (ред. от 10.06.2016)	Постановление Главного государственного санитарного врача РФ «Об утверждении СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» (вместе с «СанПиН 2.1.3.2630-10. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы...»)
6	Минздравсоцразвития России от 12.04. 2011 г.	№ 302н	Приказ «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда»
7	Минздрав России от 01.11. 2012 г.	№ 572н	Приказ «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий)»
8	Минздрав России от 15.11.2012 года	№ 915н	Приказ «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «онкология»
9	Минздрав России от 02.12.2014 г.	№ 796н	Приказ «Об утверждении Положения об организации оказания специализированной, в том числе высокотехнологичной, медицинской помощи»
10	Минздрав России от 15.08.2018 г.	№ 11-8/10/2-5437	Письмо «Памятка для граждан о гарантиях бесплатного оказания медицинской помощи»
11	Минздрав России от 07.11.2018 г.	№ 15-4/10/2-7235	Письмо о направлении клинических рекомендаций «Доброкачественная дисплазия молочной железы»
12	Минздрав России от 13.03.2019 г.	№ 124н	Приказ «Об утверждении порядка проведения профилактического осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения»

зом, чтобы передавать изображение максимально четко. Эта возможность обеспечивается за счет наличия внутренней палитры оттенков, из которой и подбираются 1024, необходимые для качественно-го отображения молочной железы.

Медицинские мониторы, так же как и всю высоко-точную медицинскую технику, необходимо калибровать. Под калибровкой медицинских мониторов подразумевается настройка правильного отображения градаций серого (согласно главе 14 принятого стандарта DICOM для показа медицинских изображений) с применением специальных технологий. Следует помнить, что исходная калибровка монитора меняется вследствие различных технических факторов и смены температурных режимов. Это закономерно приводит к ухудшению анализируемого изображения. С целью минимизации потери качества необходимо калибровать мониторы как минимум 1 раз в полугодие.

В табл. 2 приведены основные характеристики 5 Мп медицинских просмотровых мониторов для маммографии ведущих фирм-производителей представленных на Российском рынке.

Проанализировав основные физико-технические свойства мониторов, представленных в табл. 2, можно сделать вывод, что современные медицинские мониторы ведущих фирм-производителей отвечают техническим параметрам для качественной диагностики молочных желез. Как следует из данных табл. 2 лучшими диагностическими возможностями в маммографии на сегодняшний день, обладая наилучшими параметрами соотношения яркости и контрастности, являются мониторы Radiforce GX560, EIZO (Япония).

Заключение.

1. Специализированные медицинские мониторы для маммографического обследования должны

Физико-технические параметры 5 Мп мониторов для маммографии ведущих производителей

Table 2

Physical and Technical Parameters of 5 MP Monitors for Mammography of Leading Fabricator

Показатель	BARCO Nio 5MP LED (MDNG-5221)	EIZO Radiforce GX560	JVC MS55i2 plus	JUSHA -M53	BEACON G52SP+
Матрица	a-si TFT active matrix dual domain IPS	IPS	IPS	IPS	IPS
Диагональ, дюймы	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3
Активный размер экрана, мм	422,4×337,9	337,9×422,4	337,9×422,4	422,4×337,9	422,4×337,9
Разрешение, пиксели	2560×2048	2048×2560	2048×2560	2048×2560	2560×2048
Шаг пикселя, мм	0,165×0,165	0,165×0,165	0,165×0,165	0,165×0,165	0,165×0,165
Максимальная яркость, кд/м	1225	2500	2000	1200	1200
Калибровочная яркость, кд/м	500	600	500	500	500
Контраст	1200:1	1700:1	1400:1	1200:1	1200:1

отвечать следующим параметрам: диагональ не менее 21,3 дюйма; разрешающая способность не менее 2560×2048 пикселей (или 5 Мп); калибровочная яркость не менее 500 кд/м.

2. Использование мониторов с более низкими техническими характеристиками приведет к потере информации, получаемой с помощью цифрового детектора и, как следствие, к ложному рентгенологическому заключению.

3. Медицинские мониторы подбираются с учетом физико-технических параметров установленного

маммографа. Чем выше разрешающая способность детектора, тем больше должна быть разрешающая способность монитора.

4. Калибровка медицинских мониторов должна проводиться по требованию врача-диагноста, но не реже 1 раза в 6 месяцев.

5. Для стандартизации визуализации молочной железы в рамках специализированного медицинского учреждения, целесообразно оснащать рентгеномаммографические кабинеты одинаковыми просмотровыми мониторами.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Павлова Т.В., Васильев А.Ю., Мануйлова О.О., Волобуева Е.А. Влияние соблюдения правил маммографических укладок на своевременную диагностику рака молочной железы // *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2019. № 2 (13). С. 60–65. [Pavlova T.V., Vasil'ev A.Yu., Manuylova O.O. The Impact of Compliance with the Rules of Mammography Laying on the Timely Diagnosis of Breast Cancer (The Clinical Example). *Diagnostic and intervention radiology*, 2019, No. 2 (13), pp. 60–65 (In Russ.). DOI: 10.25512/DIR.2019.13.2.07.]
2. Павлова Т.В., Васильев А.Ю., Мануйлова О.О. Метод конусно-лучевой компьютерной томографии в маммологии (обзор литературы) // *Радиология — практика*. 2019. № 1 (73). С. 21–27. [Pavlova T.V., Vasil'ev A.Yu., Manuylova O.O. Method of Cone-Beam Breast Computed Tomography (Literature Review). *Radiologiya — praktika*, 2019, No. 1 (73), pp. 21–27 (In Russ.).]
3. Мануйлова О.О., Васильев А.Ю., Павлова Т.В. Медико-технические требования к рентгеновским маммографам различного назначения // *Радиология — практика*. 2018. № 5 (71). С. 24–30. [Manuylova O.O., Vasil'ev A.Yu., Pavlova T.V. Medical and technical requirements for x-ray mammographs for various purposes // *Radiologiya — praktika*, 2018, No. 5 (71), pp. 24–30 (In Russ.).]
4. Awan O, Safdar N.M., Siddiqui K.M., Moffitt R., Siegel E.L. Detection of cervical spine fracture on computed radiography images: a monitor resolution study // *Acad. Radiol.* 2011. Vol. 18. P. 353–358.
5. Ekpo U.E., McEntee M.F. An evaluation of performance characteristics of primary display devices // *J. Digit Imaging*. 2015. doi: 10.1007/s10278-0159831-3.
6. Kimpe T., Xithona A. Quantification of detection probability of microcalcifications at increased display luminance levels. 2012; doi: 10.1007/978-3-642-31271-7_63.
7. Marchessoux C., de Paep L., Vanovermeire O., Albani L. Clinical evaluation of a medical high dynamic range display // *Med. Phys.* 2016. Vol. 43. P. 4023–4031.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 16.04.2020 г.

Авторский вклад:

Вклад в концепцию и план исследования — О.О.Мануйлова, А.Ю.Васильев, Т.В.Павлова. Вклад в сбор данных — О.О.Мануйлова, А.Ю.Васильев, Т.В.Павлова. Вклад в анализ данных и выводы — О.О.Мануйлова, А.Ю.Васильев, Т.В.Павлова. Вклад в подготовку рукописи — О.О.Мануйлова, А.Ю.Васильев, Т.В.Павлова.

Сведения об авторах:

Васильев Александр Юрьевич — доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, директор ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики», профессор кафедры лучевой диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И.Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 127206, Москва, ул. Вучетича, д. 9а; ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики»; 109432, Москва, ул. Авиаконструктора Миля, д. 15, корп. 1; e-mail: auv62@mail.ru; *Мануйлова Ольга Олеговна* — кандидат медицинских наук, заведующая отделением лучевой диагностики, врач-рентгенолог государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская клиническая больница им. В.М.Буянова Департамента здравоохранения города Москвы»; 115516, Москва, Бакинская ул., д. 26; ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики»; 109432, Москва, ул. Авиаконструктора Миля, д. 15, корп. 1; заместитель генерального директора по медицинской части; e-mail: moek@mail.ru; *Павлова Тамара Валерьевна* — кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики «Городская клиническая больница им. В.М.Буянова Департамента здравоохранения города Москвы»; 115516, г. Москва, Бакинская ул., д. 26; e-mail: chaleur1891@gmail.com.

Лучевая диагностика и терапия

Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС77 38910 от 17.02.2010 г.

Корректор: Т. В. Руксина

Верстка: К. К. Ершов