

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный специалист
Департамента здравоохранения
города Москвы по лучевой и
инструментальной диагностике



С.П. Морозов
«29» октября 2021 г.

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертным советом по науке
Департамента здравоохранения
города Москвы №1



«21» апреля 2021 г.



ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ВРАЧА-РЕНТГЕНОЛОГА

Методические рекомендации № 2

Москва
2021

УДК 615.84+616-073.75

ББК 53.6

О 64

Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»

Основана в 2017 году

Организация-разработчик:

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»

Составители:

Кудрявцев Н. Д. – младший научный сотрудник сектора стандартизации и контроля качества отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Зинченко В. В. – начальник сектора клинических и технических испытаний отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Семёнов Д. С. – и. о. начальника сектора стандартизации и контроля качества отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Ахмад Е. С. – младший научный сотрудник сектора стандартизации и контроля качества отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Попов Е. В. – заместитель директора по развитию информационно-компьютерных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Витко С. Н. – специалист по защите информации отдела информационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Владимирский А. В. – д.м.н., профессор, заместитель директора по научной работе ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Морозов С. П. – д.м.н., профессор, главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике ДЗМ и Минздрава России по ЦФО РФ, директор ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

О 64 Организация рабочего места врача-рентгенолога / сост. Н. Д. Кудрявцев, В.В. Зинченко, Д. С. Семёнов и [др.] // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 102. – М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2021. – 34 с.

Рецензенты:

Беленькая Ольга Игоревна – к.м.н., заведующий отделением магнитно-резонансной и компьютерной томографии ГБУЗ «Городская клиническая больница им. В. П. Демикова ДЗМ»

Нуднов Николай Васильевич – д.м.н., профессор, заместитель директора ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России

Методические рекомендации адресованы руководителям медицинских организаций, заведующим отделениями лучевой диагностики, врачам-рентгенологам с целью организации рабочих мест и обеспечения условий труда для врачей-рентгенологов, соответствующих современным требованиям, стандартам и тенденциям.

Методические рекомендации разработаны в ходе выполнения научно-исследовательской работы «Медико-экономическое обоснование ценностно-ориентированного подхода в организации деятельности подразделений службы лучевой диагностики»

Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы, не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2021

© ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2021

© Коллектив авторов, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки	4
Определения	5
Обозначения и сокращения	6
Введение	7
1. Кабинет врача-рентгенолога	8
1.1. Планировка кабинета и радиационная безопасность	8
1.2. Освещение	9
1.3. Микроклимат	9
1.4. Требования к уровню шума.....	10
1.5. Комплект мебели	11
1.6. Безопасность кабинета.....	12
2. Автоматизированное рабочее места врача-рентгенолога	13
2.1. Компьютерная система	13
2.2. Диагностический монитор.....	14
2.3. Клавиатура и компьютерная мышь	19
2.4. Устройство для голосового ввода.....	20
2.5. Прочие устройства.....	22
2.6. Требования к сетевому подключению	23
2.7. Средства обеспечения информационной безопасности и отказоустойчивости.....	24
2.8. Работа с обезличенными (анонимизированными) данными	26
3. Физиология труда	28
3.1. Рабочая поза и профилактика заболеваний опорно-двигательной системы.....	28
3.2. Профилактика заболеваний органов зрительной системы	30
3.3. Профилактика утомления.....	31
Заключение	32
Список использованных источников.....	33

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1. СП 2.1.3678-20 «Санитарно эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».
2. ГОСТ Р ИСО 12052-2009 «Информатизация здоровья. Цифровые изображения и связь в медицине (DICOM), включая управление документооборотом и данными».
3. ГОСТ Р ИСО 17432-2009 «Информатизация здоровья. Сообщения и обмен информацией. Веб-доступ к постоянным объектам DICOM».
4. СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований».
5. СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования».
6. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
7. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
8. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы».
9. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 09.06.2020 № 560н «Об утверждении Правил проведения рентгенологических исследований».
10. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 07.09.2020 № 947н «Об утверждении Порядка организации системы документооборота в сфере охраны здоровья в части ведения медицинской документации в форме электронных документов».
11. ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009 «Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 5. Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора».
12. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Рентгенологическая информационная система – программное обеспечение для хранения и передачи медицинских изображений (DICOM) с возможностью быстрого доступа к архивным изображениям и хранению протоколов исследований.

Телемедицинские технологии – информационные технологии, обеспечивающие дистанционное взаимодействие медицинских работников между собой, с пациентами и (или) их законными представителями, идентификацию и аутентификацию указанных лиц, документирование совершаемых ими действий при проведении консилиумов, консультаций, дистанционного медицинского наблюдения за состоянием здоровья пациента.

Референс-центр – структура в системе здравоохранения, обеспечивающая дистанционную оценку, интерпретацию, описание результатов и контроль качества диагностических исследований (по видам), выполняемых в медицинских организациях всех форм собственности, с применением телемедицинских технологий.

Утечка информации – неконтролируемое распространение защищаемой информации в результате ее разглашения, несанкционированного доступа к ней и получения защищаемой информации иностранными разведывательными организациями.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АРМ – автоматизированное рабочее место.

ЕРИС ЕМИАС – Единый радиологический информационный сервис Единой медицинской информационно-аналитической системы города Москвы.

ИБП – источник бесперебойного питания.

ИДК – индивидуальный дозиметрический контроль.

КЗС – компьютерный зрительный синдром.

ЛВС – локальная-вычислительная сеть.

ЛД – лучевая диагностика.

МИС – медицинская информационная система.

МО – медицинская организация.

ПО – программное обеспечение.

РИС – рентгенологическая информационная система.

Роскомнадзор – Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

СКУД – система контроля управления доступом.

ЦАМИ – центральный архив медицинских изображений.

РРО – рентгенорадиологическое отделение.

ФСБ – Федеральная служба безопасности Российской Федерации.

ФСТЭК – Федеральная служба по техническому и экспортному контролю Российской Федерации.

PACS – Picture Archiving and Communication System (система передачи и архивации DICOM-изображений).

ВВЕДЕНИЕ

За последние 10 лет служба лучевой диагностики претерпела кардинальные изменения, в первую очередь за счет перехода от аналогового диагностического оборудования к цифровому и внедрения PACS-систем. Помимо этого, в арсенале врачей-рентгенологов появились специализированное программное обеспечение (рабочая станция), компьютерные мониторы, рентгенологические информационные системы (РИС) для протоколирования результатов исследований и системы распознавания речи. С одной стороны, данные технологии позволили повысить эффективность и расширить возможности рентгенологов во время работы.

С другой стороны, цифровизация рабочих процессов и внедрение новых компьютерных технологий привели к значительному увеличению времени, которое врач-рентгенолог стал проводить перед компьютером. Сидячая работа в течение длительного времени может стать причиной возникновения заболеваний опорно-двигательной системы, проявляющихся болями в шейном и грудном отделах позвоночника, головными болями, перенапряжением и ухудшением зрения. Опорно-двигательные нарушения обусловлены длительным статическим напряжением различных групп мышц, преимущественно верхней части тела, вызванным плохой организацией рабочего места врача-рентгенолога. Заболевания зрительной системы могут быть связаны с неправильным размещением рабочего места врача-рентгенолога, некорректным подбором компьютерного монитора, неправильным освещением, вызывающим блики и отражения.

Нарушенный микроклимат помещения, где работает врач-рентгенолог, может приводить к частому возникновению простудных заболеваний, развитию гипоксии и быстрому утомлению.

Таким образом, одним из важнейших условий для обеспечения качественной и эффективной работы и сохранения здоровья врачей-рентгенологов является рациональная организация рабочего места.

1. КАБИНЕТ ВРАЧА-РЕНТГЕНОЛОГА

1.1. Планировка кабинета и радиационная безопасность

Кабинет врача-рентгенолога может располагаться как в отделении лучевой диагностики, так и удаленно. При этом действующая нормативная документация не накладывает ограничений на его организацию, за исключением требований, указывающих на то, что площадь кабинета должна составлять не менее 12 м² на одного врача-рентгенолога, ширина – не менее 2,4 м, а отношение глубины к ширине – не более 2 (СП 158.13330.2014). Однако следует отметить, что размещение кабинета врача-рентгенолога в процедурной, серверной или других технических помещениях – недопустимо. Если в кабинете планируется организация нескольких рабочих мест, то расстояние между рабочими столами должно быть не менее 2,0 м.

Важно помнить, что при размещении кабинета врача-рентгенолога в отделении лучевой диагностики (или смежно, в том числе по вертикали), врач на рабочем месте подвергается воздействию ионизирующего излучения. Но в условиях активного развития телемедицинских технологий и с целью минимизации воздействия ионизирующего излучения рекомендуется размещать кабинет врача-рентгенолога на удалении от рентгеновского диагностического оборудования. При этом размещение автоматизированного рабочего места врача-рентгенолога в пультовой или в непосредственной близости к диагностическому оборудованию не целесообразно.

При размещении кабинета врача-рентгенолога рядом с источниками ионизирующего излучения (рентгеновские аппараты, компьютерные томографы и т.п.) должны быть строго учтены требования по обеспечению радиационной безопасности, указанные в СанПиН 2.6.1.1192-03:

- кабинет должен соответствовать согласованной с РРО региона проектной документации;
- средства радиационной защиты, регламентированные СанПиН 2.6.1.1192-03, должны соответствовать определенной защитной эффективности (по результатам проверки);
- должен проводиться периодический дозиметрический (радиационный) контроль;
- должен проводиться контроль дозовых нагрузок персонала (ИДК);
- эффективность системы вентиляции должна отвечать требованиям нормативной документации (подтверждается действующим отчетом о проверке).

1.2. Освещение

Освещенность в кабинете врача-рентгенолога является одним из важных факторов, обеспечивающих комфортные условия для интерпретации диагностических изображений. Контроль падающего света позволяет избежать появления бликов и нежелательных отражений на экране монитора. К тому же правильная комбинация параметров освещения кабинета и настроек дисплея диагностического монитора позволяет не только обеспечить наилучшее восприятие контрастности и деталей изображения, но и уменьшить утомляемость глаз специалиста [1].

В соответствии с СП 2.1.3678-20 при условии обеспечения гигиенических норм по освещению, микроклимату и воздухообмену комнаты сканирования лучевой и магнитно-резонансной диагностики, комнаты управления при них и другие помещения кабинетов, представляющие с ними единый функциональный процесс (в т.ч. кабинет врача-рентгенолога), допустимо размещать в помещениях без естественного освещения.

По рекомендациям Американской ассоциации медицинских физиков (AAPM) и Американского колледжа радиологии (ACR) освещенность в кабинете врача-рентгенолога должна быть значительно снижена и составлять 20–40 lux. В качестве источников освещения рекомендуется использовать лампы накаливания, цветовая температура которых составляет 2800 К [2]. Согласно СНиП 23-05-95 коэффициент пульсации источников освещения не должен превышать 10–20 %.

Низкая интенсивность освещенности позволит избежать возникновения бликов на экране диагностического монитора и адаптировать зрение врача к работе в темном помещении. В среднем время адаптации глаза к низкой освещенности составляет 15 минут. К тому же темновая адаптация зрения повышает светочувствительность, что в свою очередь помогает врачу-рентгенологу заметить слабоинтенсивные детали на диагностических изображениях.

Для работы с бумажной и медицинской документацией рекомендовано использовать настольные светильники с точечным (фокусным) освещением. При интенсивном естественном освещении следует предусмотреть установку на окна светоотражающих жалюзи или штор «блэкаут».

1.3. Микроклимат

Соблюдение комфортных условий микроклимата в кабинете позволяет сохранить работоспособность в течение длительного времени, избежать возникновения простудных заболеваний и обеспечить сохранность электрического оборудования. К показателям, характеризующим микроклимат помещения, относятся:

- 1) температура помещения;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха;
- 4) интенсивность теплового излучения.

Температура в кабинете врача-рентгенолога должна составлять от 22 до 25°C, относительная влажность воздуха – 40–60 % и скорость движения воздуха – не более 0,1 м/с согласно СанПиН 1.2.3685-21 [3].

Для обеспечения требуемых параметров микроклимата кабинет должен быть оснащен системой принудительной или пассивной вентиляции (СанПиН 2.6.1.1192-03). Поддержание рекомендуемой температуры возможно с помощью систем кондиционирования помещения. Следует учитывать, что использование стандартных систем кондиционирования приводит к осушению воздуха, в связи с чем рекомендуется оснащать кабинет увлажнителем воздуха [1]. Более сложные системы кондиционирования снабжены механизмами очистки воздуха от загрязняющих частиц, притока свежего воздуха, его увлажнения и обогащения кислородом и другими функциями, повышающими качество воздуха.

1.4. Требования к уровню шума

Звукоизоляция стен, потолка, пола, дверей и окон (при их наличии) рентгенологических кабинетов должна быть выполнена в соответствии с расчетами акустического влияния, оказываемого оборудованием, внешними шумовыми источниками, и обеспечивать соответствие гигиеническим требованиям по уровню шума в смежных помещениях. Необходимо проводить замеры уровня шума, особенно если кабинет врача-рентгенолога расположен рядом с диагностическим оборудованием, а также устанавливать для него дополнительную шумоизоляцию.

Максимальный уровень шума в кабинете врача не должен превышать значений, приведенных в таблице 1 (СН 2.2.4/2.1.8.562-96).

Таблица 1 – Требования к максимальному уровню шума в кабинете врача-рентгенолога

Помещение	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука А и эквивалентные уровни звука А экв., дБ А
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Кабинет врача	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35 (50)

Оценка уровней шума, воздействующего на медицинский персонал, должна проводиться с учетом времени воздействия (таблица 2).

Таблица 2 – Поправки на время воздействия шума

Время воздействия, час	8	7	6	5	4	3	2	1	30 мин	15 мин	5 мин
Поправка дБА	0	0,5	1,2	2	3	4,2	6	9	12	15	20

1.5. Комплект мебели

Мебель для кабинета врача-рентгенолога должна соответствовать назначению кабинета – быть безопасной в использовании, надежной и функциональной; также мебель должна отвечать запросам эргономичности, включая:

- антропометрические параметры: соответствие физическим параметрам человека, возможность регулирования мебели, удобство в использовании;
- психологические параметры: нейтральный цвет (например, белый, светло-серый, серый, бежевые тона), отсутствие посторонних резких, неприятных запахов от мебели;
- качество сборки: жесткость конструкции и отсутствие люфтов.

Рабочее место врача-рентгенолога должно быть оснащено столом, с возможностью ручной или электрической регулировки высоты рабочей поверхности, и рабочим креслом с подлокотниками, с функцией вращения и возможностью независимой регулировки высоты сиденья, наклона спинки и высоты подлокотников. Рядом со столом рекомендуется расположить тумбу с выдвижными ящиками для хранения канцелярских принадлежностей.

В кабинете врача обязательно должны присутствовать стеллажи для хранения медицинской документации и копий рентгенологических исследований, записанных на цифровых (CD- и DVD-диски) и аналоговых носителях (рентгеновские снимки) [4]. Также следует предусмотреть установку стеллажей для медицинской литературы.

Шкафы для хранения рабочей, уличной одежды и личных вещей должны быть расположены вне кабинета. Для этого рекомендуется организовать в отделении гардеробную комнату для персонала (СП 2.1.3678-20).

В соответствии с санитарными нормами необходимо использовать мебель, изготовленную из материалов, устойчивых к воздействию моющих и дезинфицирующих средств (на основе поверхностно-активных веществ и т.п.) (СП 2.1.3678-20).

При внедрении в отделении ЛД технологии распознавания речи в кабинетах, где организовано больше одного рабочего места врача, следует

предусмотреть установку звукоизоляционных перегородок высотой около 1,5 м, изготовленных из стекла, войлока или гипсокартона (рисунок 1). Также установка таких перегородок позволит уменьшить шумовое «загрязнение» в случае регулярного проведения телемедицинских консультаций.

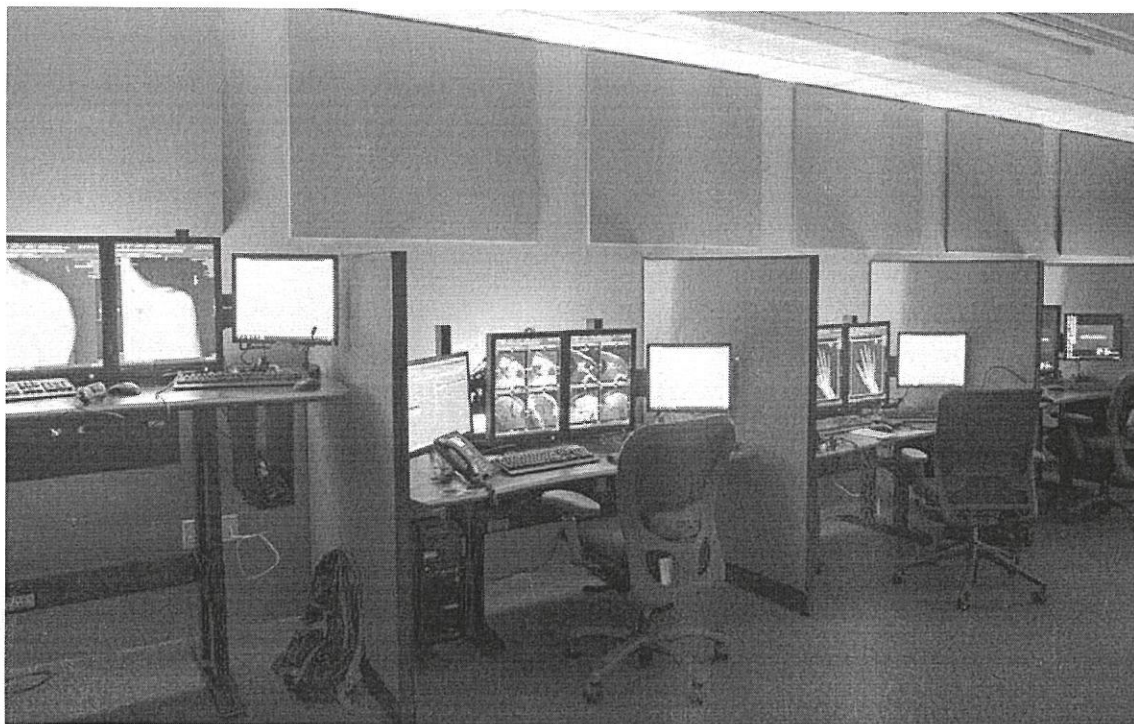


Рисунок 1 – Пример организации рабочего места врача-рентгенолога с применением звукоизоляционных перегородок

1.6. Безопасность кабинета

Кабинет врача-рентгенолога должен быть оборудован системой автоматического обнаружения и оповещения о пожаре и системой управления эвакуацией людей.

Для предотвращения несанкционированного доступа в кабинете должна быть установлена система контроля и управления доступом (СКУД).

Более подробную информацию по противопожарной системе и СКУД можно найти в СП 158.13330.2014.

2. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ВРАЧА-РЕНТГЕНОЛОГА

2.1. Компьютерная система

Компьютер является «сердцем» рабочей станции врача-рентгенолога. От его характеристик зависят быстрдействие рентгенологической информационной системы (РИС), время отклика на действия врача, плавность просмотра серий изображений. От вычислительных мощностей видеокарты зависят качество и скорость формирования 3D-реконструкций.

В таблице 3 представлены технические требования к компьютерной системе для работы врача-рентгенолога в Едином радиологическом информационном сервисе Единой медицинской информационно-аналитической системы города Москвы (ЕРИС ЕМИАС).

Таблица 3 – Минимальные требования к комплектующим компьютерной системы для работы в ЕРИС ЕМИАС

Комплектующие	Минимальные требования
Процессор	Intel Core i7 8-го поколения или новее
Оперативная память	DDR4 16 Гб
Хранилище	SSD 512 Гб
Сетевой порт Ethernet	1 x 1000BASE-T RJ-45
Видеокарта	Дискретная, с выделенной памятью 4–8 Гб, не менее 3 видеовыходов, HDMI/DisplayPort. Драйвер видеокарты должен поддерживать специализированные функции визуализации от производителей диагностических мониторов
Операционная система	Microsoft® Windows 10 Professional 64-bit
Офисный пакет	Для чтения и редактирования текстовых, табличных и подобных файлов (<i>пример: Microsoft Office, LibreOffice, OpenOffice</i>)

Таким образом, может быть рекомендовано оснащение рабочего места врача-рентгенолога компьютером, технические характеристики которого гарантированно позволят использовать все необходимое программное обеспечение.

Следует обратить внимание на регламентированный производителем непрерывный режим работы компьютера и всех периферийных устройств. Так,

круглосуточный режим работы автоматизированного рабочего места врача-рентгенолога может потребовать приобретения дополнительного оборудования для оснащения рабочего места или проведения нерегламентированной проверки работоспособности и калибровки оборудования.

2.2. Диагностический монитор

Компьютерный монитор – это цифровое устройство для вывода графической информации (изображения); на сегодняшний день существует множество технологий вывода изображения на экран мониторов (LCD, TFT, LED). Наиболее распространенными в мире являются мониторы, основанные на технологии жидких кристаллов (LCD).

Источником цвета в LCD-мониторе является пиксель, который состоит из трех субпикселей – красного, зеленого и синего цветов (RGB). Различные комбинации яркости каждого из субпикселей формируют многообразие отображаемых цветов (рисунок 2). Таким образом, пиксель – это самый маленький элемент дисплея монитора.

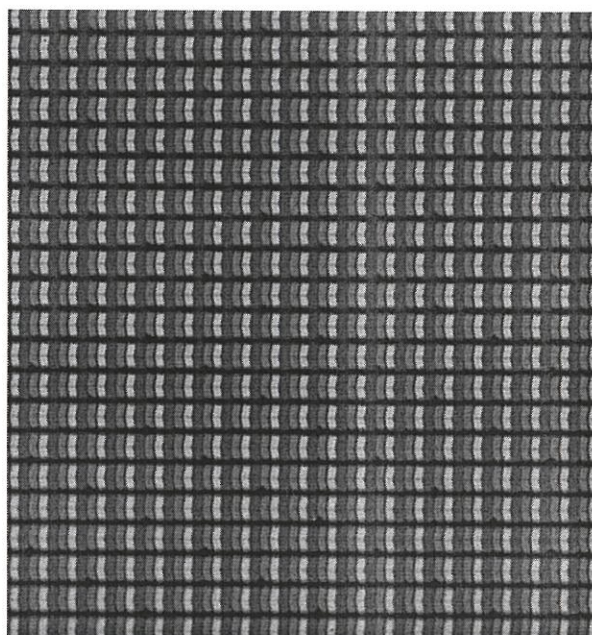


Рисунок 2 – Дисплей монитора при многократном увеличении

Основные характеристики компьютерного монитора: размер, разрешение и разрядность (битность) матрицы экрана, яркость и контрастность.

Размер дисплея и соотношение сторон – это физический размер области, на которую выводится цифровое изображение. Размер экрана обычно описывается длиной его диагонали в дюймах, которая представляет собой расстояние между противоположными углами. От соотношения сторон зависят размеры дисплея по вертикали и горизонтали (рисунок 3). Сегодня

наиболее популярные компьютерные мониторы имеют размеры дисплеев в пределах от 21 до 27 дюймов и с соотношением сторон – 16:9.

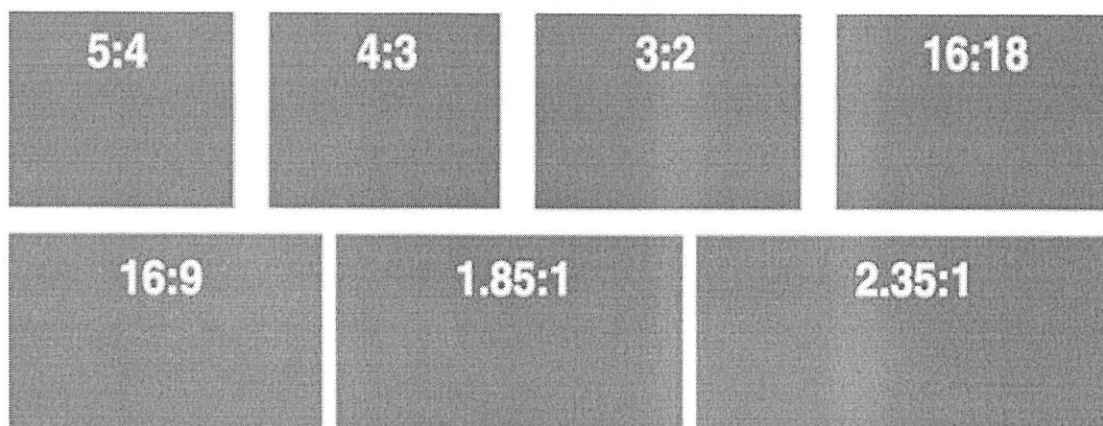


Рисунок 3 – Различные варианты соотношения сторон дисплея монитора

Разрешение экрана – это характеристика, описывающая количество пикселей, доступное для отображения на дисплее. Например, разрешение экрана 1920x1080 пикселей (Full HD) означает, что такой дисплей суммарно может отобразить 2 073 600 пикселей. Чем выше разрешение экрана, тем больше пикселей, а, следовательно, и выше детализация. На рисунке 4 продемонстрировано сравнение цифровой ангиограммы в высоком и низком разрешениях, стрелкой указана разность в детализации ветви правой коронарной артерии.

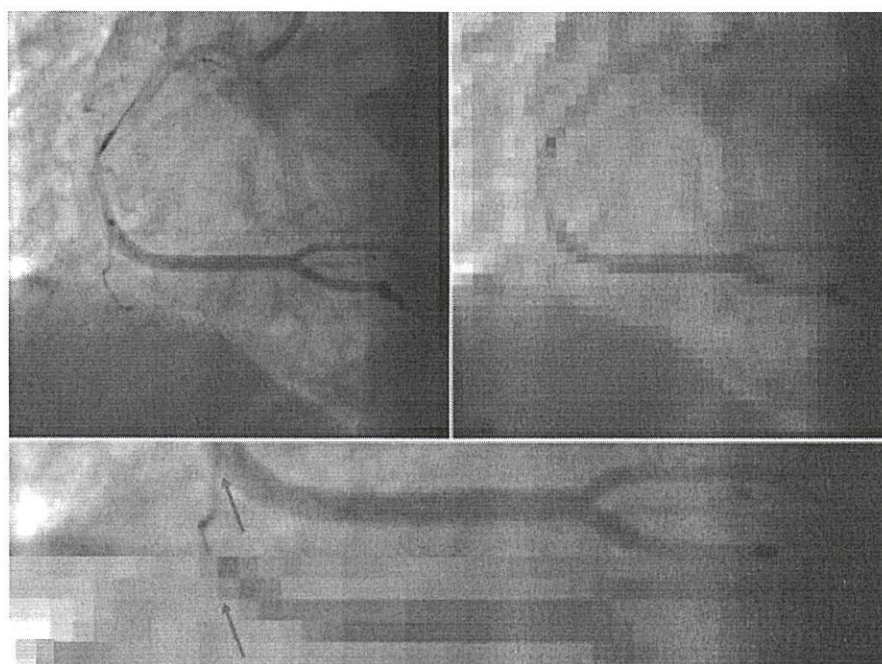


Рисунок 4 – Цифровая ангиограмма в высоком и низком разрешениях

От размера и разрешения экрана зависит масштаб отображаемого изображения. Большой размер экрана и низкое разрешение приводят к

увеличению отображаемых объектов и их пикселизации, а, следовательно, и уменьшению детализации. Маленький размер экрана и высокое разрешение уменьшают размер отображаемых объектов, но повышают их детализацию.

Разрядность (битность) матрицы – это параметр, отвечающий за глубину цвета, а именно – какое количество цветов может отобразить каждый субпиксель и, соответственно, дисплей монитора. Наиболее распространены мониторы с разрядностью 8 бит. Значение матрицы 8 бит говорит о том, что каждый субпиксель может давать 2^8 оттенков, а именно 256 цветов. Но поскольку каждый пиксель состоит из 3 субпикселей разного цвета, то их комбинации выдают $256 \times 256 \times 256 = 16,7$ млн цветов. Однако данного количества цветов может быть недостаточно для решения профессиональных задач. Например, для интерпретации рентгенологических изображений предпочтительно использовать мониторы с матрицей 10 бит. Такая матрица способна отображать уже 1,07 млрд цветов, что в 4 раза больше, нежели 8-битная. На рисунке 5 наглядно продемонстрировано сравнение отображения палитры черно-белых цветов на разных разрядностях матриц.

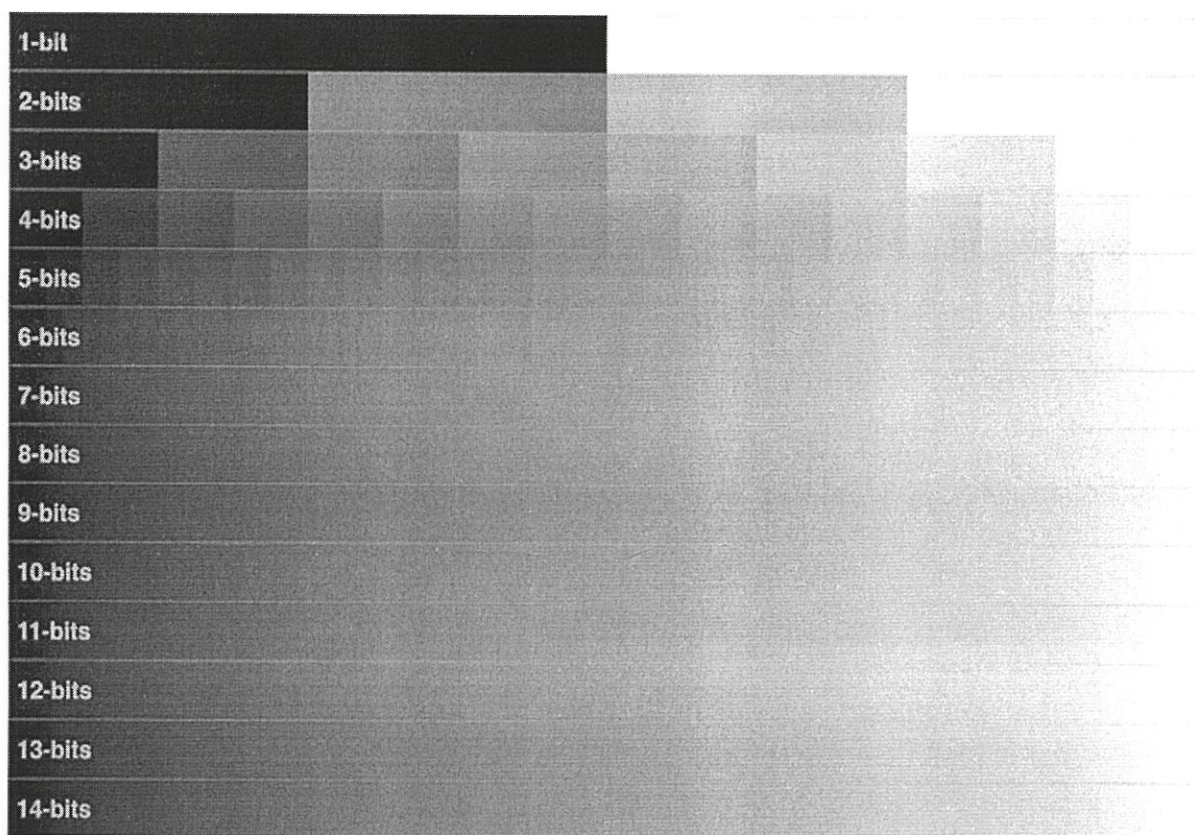


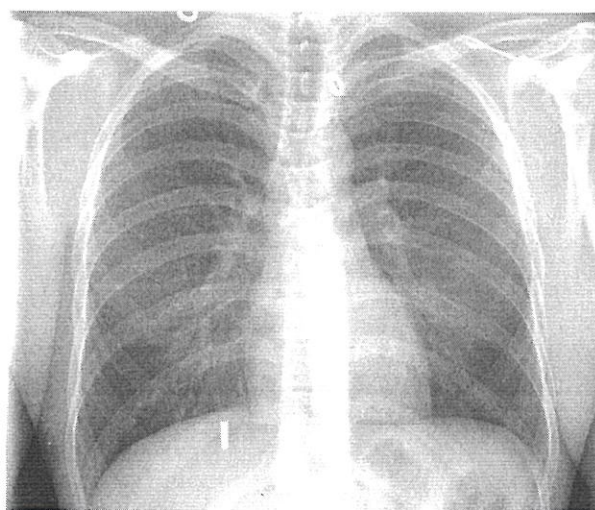
Рисунок 5 – Пример сравнения черно-белого градиента при разной битности

Контрастность – отношение максимальной яркости экрана (при показе белого цвета) к минимальной яркости (при показе черного цвета). Контрастность является важным параметром при оценке качества

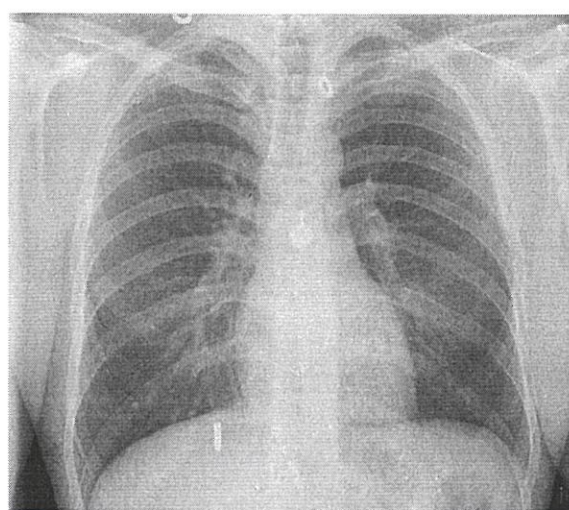
изображения у ЖК-мониторов. Данная величина определяет способность к передаче оттенков и полутонов. Чем выше контрастность у монитора, тем лучше он справится с воспроизведением затемненного изображения, что крайне важно для корректного отображения диагностического изображения. Считается, что для нормальной работы человеческого глаза уровень контрастности должен быть не ниже 250, но для работы с рентгенологическими изображениями значение должно быть не менее 600.

Яркость характеризует интенсивность свечения экрана и измеряется в канделах на квадратный метр ($\text{кд}/\text{м}^2$). Высокая яркость важна в условиях, когда монитор работает в помещении с сильным освещением или при работе в кабинете с высоким уровнем естественного освещения. При низкой яркости изображения оно может быть засвечено внешним источником света. Требования к освещению в помещении, где расположено рабочее место врача-рентгенолога, описаны в разделе 2.4. Следует отметить, что потребительским мониторам при длительной работе на высокой яркости свойственно «выгорать». Со временем яркость дисплея монитора тускнеет.

Калибровка дисплея позволяет максимально точно и правильно настроить цветопередачу изображения. Однако можно столкнуться с ситуацией, когда цветопередача одно и того же медицинского изображения выглядит иначе на разных компьютерных мониторах (рисунок 6). Специально для предотвращения таких ситуаций был разработан стандарт DICOM GSDF, цель которого – обеспечить единообразие отображения оттенков серого и детализации изображений на диагностических дисплеях разных автоматизированных рабочих мест врачей-рентгенологов.



До калибровки



После калибровки

Рисунок 6 – Пример различий в отображении рентгенограммы органов грудной клетки в прямой проекции с одинаковыми параметрами окна просмотра (WL/WW), но разными параметрами калибровки дисплея монитора

Калибровка монитора – это трудоемкий процесс. На заводе компьютерные мониторы калибруются в «лабораторных» условиях,

воссозданных для охвата максимального количества потребителей. Однако при использовании в реальных условиях на цветопередачу дисплея влияет множество факторов, основные из которых – это окружающее освещение и падение на дисплей прямого естественного или искусственного света. Из-за изменяемого окружения требуется повторная калибровка.

В диагностических мониторах предусмотрена функция автоматической калибровки. С этой целью используется специальный фотометр, расположенный на лицевой части экрана. Фотометры измеряют яркость дисплея и регулируют ее в соответствии со стандартом DICOM GSDF в режиме реального времени и в зависимости от освещенности помещения.

Таким образом, цветопередача компьютерных мониторов, используемых для интерпретации рентгенологических исследований, должна быть откалибрована в соответствии со стандартом DICOM GSDF.

Сравнение потребительского и диагностического мониторов

Современные потребительские компьютерные мониторы могут иметь характеристики, которые приближаются к характеристикам диагностических мониторов, в связи с этим их часто используют для просмотра и интерпретации медицинских изображений. Однако потребительские мониторы не соответствуют стандарту DICOM GSDF, что может приводить к искажению отображения оттенков черно-белого цветов и, следовательно, снижению точности диагностики и затруднению визуализации мелких деталей.

Пример: в Германии и США существуют национальные стандарты, регламентирующие использование только диагностических мониторов при работе с медицинскими изображениями, (DIN) 6868-157 и FDA 510(k) соответственно.

В диагностических мониторах автоматизированы контроль качества и калибровка по DICOM GSDF, что гарантирует постоянное соответствие международным медицинским стандартам и обеспечивает максимальное время безотказной работы, а также их надежность в использовании врачом-рентгенологом.

В таблице 4 приведены рекомендуемые характеристики диагностических мониторов для разных модальностей.

Таблица 4 – Рекомендуемые характеристики диагностических мониторов для разных модальностей

Характеристика диагностического монитора	КТ / МРТ	Рентгенография	Маммография
Размер экрана	21"	2x21" / 1x30"	2x21" / 1x30"
Разрешение экрана	1600x1200	1536x2048	2 – 2048x2560 или 1 – 4200x2800
Разрядность	10 бит	10 бит	10 бит
Контрастность	600	600	900
Максимальная яркость	Не менее 900 кд/м2	Не менее 900 кд/м2	Не менее 900 кд/м2
Яркость калиброванная DICOM	350 кд/м2	420 кд/м2	500 кд/м2
Калибровка по стандарту DICOM	Да	Да	Да
Встроенный датчик калибровки	Да	Да	Да

2.3. Клавиатура и компьютерная мышь

Основными устройствами для взаимодействия с автоматизированным рабочим местом врача-рентгенолога, ввода информации на рабочей станции врача-рентгенолога являются клавиатура и компьютерная мышь. Рабочее место врача-рентгенолога должно быть оснащено полноразмерной (105 клавиш) с Num-секцией мембранной клавиатурой, предназначенной для работы с операционными системами Windows, и лазерной компьютерной мышью, как минимум, с двумя функциональными клавишами и колесом прокрутки (рисунок 7).



Рисунок 7 – Комплект беспроводных клавиатуры и компьютерной мыши

Расположение клавиатуры и компьютерной мыши на столе должно способствовать сохранению врачом-рентгенологом удобной физиологической позы во время работы. Рекомендации по профилактике заболеваний лучезапястного сустава описаны в разделе 3.1. Также рабочее место врача рекомендуется оснастить ковриком для компьютерной мыши, который улучшает скольжение компьютерной мыши по поверхности и тем самым разгружает лучезапястный сустав и улучшает позиционирование курсора.

Для повышения эргономики рабочего места рекомендуется использовать клавиатуру и компьютерную мышь, подключенные по беспроводному каналу связи Bluetooth или по радиоканалу. Но в таком случае следует предусмотреть наличие запаса гальванических элементов питания («батареек») или, при наличии встроенного аккумулятора, своевременную зарядку устройств. Данное требование особенно актуально для рабочих мест, организованных в стационарах, где предполагается круглосуточный режим работы.

2.4. Устройство для голосового ввода

Более 600 000 врачей в мире заполняют медицинские протоколы голосом. 90% больниц в США и Канаде уже внедрили системы автоматизации медицинского документооборота. В Европе до 40% врачей пользуются речевыми технологиями, а если говорить о радиологии, то 90% врачей.

В России технологии распознавания речи для врачей начали внедрять только недавно, а в 2020 году, во многом благодаря пандемии коронавирусной инфекции, распространение технологии ускорилось, в том числе и в Москве.

По данным хронометражных исследований, врачи-рентгенологи более половины времени работы с диагностическим исследованием тратят на заполнение протокола исследования. Технология голосового ввода

позволяет ускорить время заполнения медицинской документации, а освободившееся время врач может потратить на более подробное изучение диагностических изображений или истории болезни пациента [4].

Если на рабочем месте врача-рентгенолога внедрена система распознавания речи, то оно в обязательном порядке должно быть оснащено и устройством для голосового ввода: настольным микрофоном, головной гарнитурой или многофункциональным устройством для диктовки.

В ходе апробации было подобрано наиболее эргономичное устройство для работы с системой голосового ввода и ЕРИС ЕМИАС – многофункциональное устройство для диктовки (рисунок 8), которое, помимо высокочувствительного однонаправленного микрофона, имеет функциональные клавиши, позволяющие получить быстрый доступ к инструментам рабочей станции врача (изменение «пресетов» настройки окон просмотра WW/WL, переключение и пролистывание серий диагностических изображений, панорамирование, зумирование и т.п.). Применение многофункционального устройства для диктовки позволяет заменить большинство функций клавиатуры, которые использует врач-рентгенолог при работе с рабочей станцией.



Рисунок 8 – Многофункциональное устройство для голосового ввода

Настольный микрофон и головная гарнитура лишены функциональных клавиш, но также подходят для применения совместно с системой голосового ввода. Основные характеристики устройства для

голосового ввода, которые должны быть учтены при оснащении рабочего места врача, – это чувствительность (37 дБ) и однонаправленный тип микрофона.

2.5. Прочие устройства

Несмотря на повсеместное внедрение цифрового диагностического оборудования, в медицинских архивах и на руках у пациентов остаются рентгенографические снимки. В связи с этим на рабочем столе врача-рентгенолога или вблизи него, на стене, рекомендуется установить негатоскоп с функцией регулировки яркости свечения. Следует учитывать, что при размещении негатоскопа на столе он не должен препятствовать работе за рабочей станцией врача-рентгенолога, а при размещении на стене – быть легкодоступным.

При необходимости печати протоколов исследований на бумажных носителях и записи диагностических изображений на цифровые носители в кабинете врача рекомендуется установить монохромный лазерный принтер и устройство для записи информации на оптические диски соответственно. Устройствами для записи исследований на цифровые носители могут быть как CD-RW, DVD-RW-привод, установленный на рабочей станции врача, так и стационарный принтер для оптических дисков (рисунок 9).

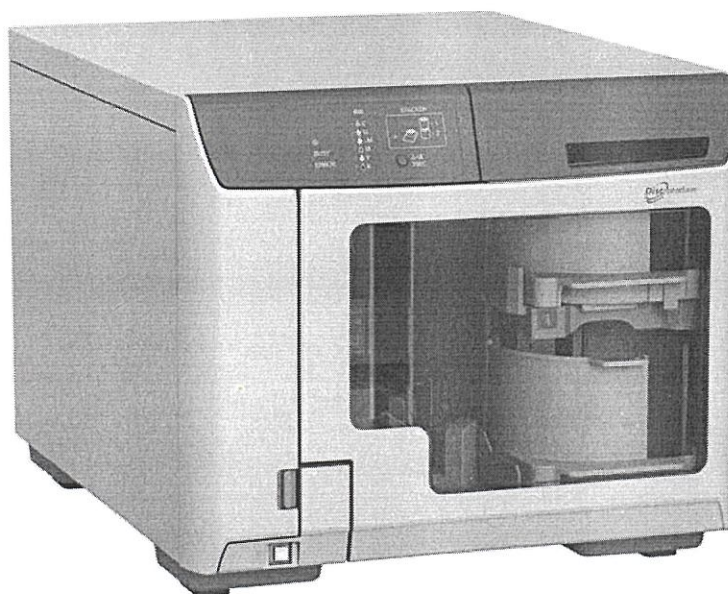


Рисунок 9 – Принтер для записи информации на CD- и DVD-диски

Развитие и внедрение телемедицинских технологий позволяет оптимизировать рабочие процессы отделения лучевой диагностики, сократить время передачи результатов исследования лечащему врачу или

пациенту [5–7]. Системы видеоконференцсвязи позволяют обмениваться в реальном времени аудио- и видеоинформацией с коллегами и пациентами, демонстрировать диагностические изображения. Рабочее место врача-рентгенолога рекомендуется оснастить веб-камерой с высоким разрешением (Full HD) и головной стереогарнитурой.

Для оперативной связи с коллегами внутри медицинской организации следует организовать телефонную связь. Удобным вариантом будет использование аппаратов с возможностью громкой связи и функцией набора номера одним нажатием, что позволит освободить руки и, если применяется, не снимать гарнитуру, подключенную к рабочей станции.

2.6. Требования к сетевому подключению

Общие требования к локально-вычислительной сети (ЛВС) медицинской организации. Для обеспечения высокой производительности в МО и на АРМ врачей-рентгенологов рекомендуется организовывать ЛВС с пропускной способностью не менее 1000 Мбит/с (1 Гбит/с). Для этого компоненты и оборудование ЛВС должны соответствовать сетевому стандарту 1000BASE-T или более производительному и включать:

- маршрутизатор (-ы);
- межсетевой экран;
- коммутатор (-ы);
- структурированную кабельную сеть (патч-панели, кабельные трассы, розетки);
- соединительные кабели;
- персональные компьютеры;
- принтеры и МФУ;
- прочие устройства, подключенные к ЛВС.

Спецификация ЛВС – не единственное, что требуется учитывать при организации сетевой инфраструктуры организации, т.к. не всегда для работы будет достаточно подключения только к РИС и PACS. Следует обратить внимание и на подключение к глобальной сети «Интернет» и/или внешним информационным системам и ресурсам.

Требования к сетевому (внешнему) подключению, в т.ч. сети «Интернет». Требования к сетевому подключению предъявляются с точки зрения обеспечения нормального функционирования программного обеспечения, используемого в работе. При этом следует учитывать, что пропускная способность канала сетевого подключения напрямую влияет на скорость и эффективность работы врача-рентгенолога: так, при низкой скорости передачи медицинских изображений могут возникнуть длительные перерывы в работе, а в случае проведения телемедицинских консультаций или консилиумов – низкое качество звука или видео.

Учитывая современные тенденции, для корректного функционирования автоматизированного рабочего места врача-рентгенолога требуется сетевое подключение с пропускной способностью не меньше чем 20 Мбит/с. Однако для реализации многофункциональных задач, например, телемедицинской консультации с одновременной демонстрацией диагностических изображений, рекомендуется обеспечить АРМ врача-рентгенолога подключением со скоростью не менее 100 Мбит/с.

Согласно требованиям приказа Минздрава России № 560н «Об утверждении Правил проведения рентгенологических исследований», необходимо организовать доступ с рабочего места врача-рентгенолога к централизованной системе хранения и обработки результатов диагностических исследований (медицинских изображений) Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения субъекта Российской Федерации – Центральному архиву медицинских изображений (ЦАМИ).

На основании приказа Минздрава России № 947н «Об утверждении Порядка организации системы документооборота в сфере охраны здоровья в части ведения медицинской документации в форме электронных документов» должен быть также обеспечен доступ в Единую государственную информационную систему в сфере здравоохранения субъекта Российской Федерации в случае принятия медицинской организацией решения о ведении медицинской документации в форме электронных медицинских документов.

2.7. Средства обеспечения информационной безопасности и отказоустойчивости

Для обеспечения информационной безопасности рекомендуется предпринять организационные и технические меры. Так как РИС содержат персональные данные пациентов и иную информацию ограниченного доступа, то следует выполнять требования регуляторов в области информационной безопасности: ФСБ, ФСТЭК, Роскомнадзор. Кроме того, в каждой медицинской организации существуют локальные нормативные требования в части обеспечения информационной безопасности.

Тем не менее, помимо соответствия требованиям регуляторов, необходимо обеспечить возможность работы врачей-рентгенологов в условиях, отвечающих трем основным аспектам информационной безопасности: конфиденциальности, целостности и доступности информации.

Антивирусная защита. Каждый компьютер должен быть оснащен средством антивирусной защиты. Современные антивирусные программные комплексы позволяют в реальном времени препятствовать

попаданию вредоносного программного обеспечения (программы-шифровальщики, «черви», программы-вымогатели и т.п.) в операционную систему. Настоятельно рекомендуется использовать актуальные на данный момент программные продукты, имеющие регулярные обновления базы вирусов.

Запрет использования отчуждаемых носителей информации. Рекомендуется запретить использование отчуждаемых носителей информации, таких как:

- USB-накопители («флешки»);
- внешние жесткие диски;
- различные карты памяти.

Данная мера снизит вероятность вирусного заражения компьютеров и усложнит преднамеренную утечку конфиденциальной информации.

Доступ по аутентификации. Для исключения несанкционированного доступа к компьютеру врача-рентгенолога каждому пользователю требуется создать уникальную учетную запись с аутентификацией по паролю. Взломоустойчивый пароль должен содержать не менее 8 символов и состоять из прописных и заглавных букв, цифр и спецсимволов. Недопустимо использовать пароли, которые имеют явную привязку к владельцу учетной записи: его имя или фамилия, дата рождения, номер телефона и т.п. Следует информировать персонал о необходимости исключить передачу паролей посторонним и не допускать наличия «шпаргалок» на рабочем месте, например, записки с паролем на обратной стороне клавиатуры или стикера на мониторе.

Разграничение ролей. При создании уникальных учетных записей рекомендуется использовать разграничение по ролям пользователей компьютера. Распределение ролей снижает вероятность:

- распространения вредоносного программного обеспечения;
- использования «пиратского» программного обеспечения;
- целенаправленного или непреднамеренного выведения компьютера из строя.

Общепринятым является использование ролей «Администратор» и «Пользователь», при этом подразумевается, что учетная запись с ролью «Пользователь» обладает минимальными достаточными правами для выполнения рабочих инструкций, не допуская избыточности. Учетная запись с ролью «Администратор» используется для выполнения обслуживания и настройки компьютера и программного обеспечения. Пример: «Администратор» устанавливает операционную систему, необходимый набор программ; «Пользователь» работает на настроенном компьютере, при необходимости обращаясь к «Администратору» для установки новых программ или изменения конфигурации компьютера.

Резервирование каналов связи. Для уменьшения количества последствий обрывов соединения по основному каналу связи, в связи с чем получение и загрузка новых диагностических изображений будут

невозможны, рекомендуется обеспечить резервирование канала связи до РИС. Предварительно требуется проверить возможность поддержки работы с двумя каналами связи существующего сетевого оборудования. Допустимо использование резервного канала с пропускной способностью, равной половине от основного канала. Это позволит сохранить возможность получать новые исследования и отправлять завершённые описания исследований в РИС, несмотря на некоторое уменьшение пропускной способности.

Резервирование электропитания. Каждое АРМ врача-рентгенолога рекомендуется оснастить источником бесперебойного питания (ИБП) с выходной мощностью, достаточной для обеспечения работы всех элементов (мониторы, компьютер и т.д.) в течение 30 минут. При выборе ИБП следует учитывать показатели мощности диагностических мониторов, так как они являются серьезными энергопотребителями. ИБП позволит продолжать работу при краткосрочном отключении электропитания, а при долгосрочном – корректно завершить ее на рабочей станции, сохранив результаты работы с диагностическими исследованиями. Кроме того, рекомендуется использовать ИБП с защитой от перегрузки («скачков» напряжения), это позволит снизить потенциальный ущерб дорогостоящим диагностическим мониторам и рабочим станциям врачей.

Подменный фонд оборудования и комплектующих. Для обеспечения непрерывности работы рекомендуется комплектовать АРМ врачей-рентгенологов типовыми компонентами (мониторами, комплектующими компьютеров, гарнитурами и т.д.). В случае выхода из строя одного из компонентов АРМ это позволит организовать подменный фонд оборудования и комплектующих без большого разброса в ассортименте, значительно упростить контроль и хранение комплектующих и ускорить восстановление работоспособности вышедшего из строя АРМ.

2.8. Работа с обезличенными (анонимизированными) данными

Для более гибкого подхода к организации рабочих мест врачей-рентгенологов следует обратить внимание на то, что для описания диагностических исследований врачу-рентгенологу не требуется работать с персональными данными пациента.

Взаимная интеграция РИС и медицинской информационной системы (МИС), позволяющая врачу-рентгенологу работать с обезличенными диагностическими изображениями и протоколами исследований и консультаций из истории болезни, имеет ряд преимуществ:

1. Возможность организации автоматизированного рабочего места вне МО (в соответствии с действующим законодательством и правилами лицензирования медицинской деятельности).

2. Упрощенная организация телемедицинских консультаций и консилиумов, в т.ч. с зарубежными экспертами.

Кроме вышеуказанных преимуществ, работа с обезличенными данными положительно влияет на экономическую составляющую, т.к. организация АРМ врача-рентгенолога, соответствующего законодательству в области защиты персональных данных, требует дополнительных материальных затрат:

- аттестации каждого АРМ врача-рентгенолога;
- использование исключительно сертифицированного под задачу программного обеспечения;
- наличие в штате специалиста по информационной безопасности.

Такой подход позволяет снизить общие требования к защите информации на автоматизированном рабочем месте врача-рентгенолога.

3. ФИЗИОЛОГИЯ ТРУДА

3.1. Рабочая поза и профилактика заболеваний опорно-двигательной системы

При проектировании рабочего места врача-рентгенолога необходимо обеспечить стабильную, комфортную опору для тела, которая не препятствует телодвижениям при продолжительной работе в положении сидя. Должны быть учтены общие требования к эргономике рабочего места (в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009, ГОСТ 12.2.032-78):

а) бедра расположены приблизительно в горизонтальной позиции, а ноги от колена до ступни – в вертикальной позиции; высота сиденья должна равняться длине голени пользователя до подколенной области или быть немного меньше;

б) плечо расположено вертикально, предплечье – горизонтально;

с) при работе не возникает сгибаний или разгибаний запястий;

д) позвоночник расположен вертикально;

е) ступня составляет угол в 90° по отношению к подколенной части ноги, т.е. полностью расположена на полу. Если высота стола и стула не позволяет расположить стопы горизонтально необходимо использовать подставку под стопы;

ф) скручивание верхней части туловища отсутствует;

г) поле зрения заключено между горизонталью и 60° ниже горизонтали, т.е. верхний край монитора желательно располагать на уровне глаз, а второй монитор (если он в наличии) врача-рентгенолога – со стороны ведущего глаза.

Для обеспечения возможности настройки рабочего места под конкретного врача-рентгенолога, рабочее кресло должно быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию. Также пользователь должен иметь возможность наклонить или повернуть монитор (рисунок 10).

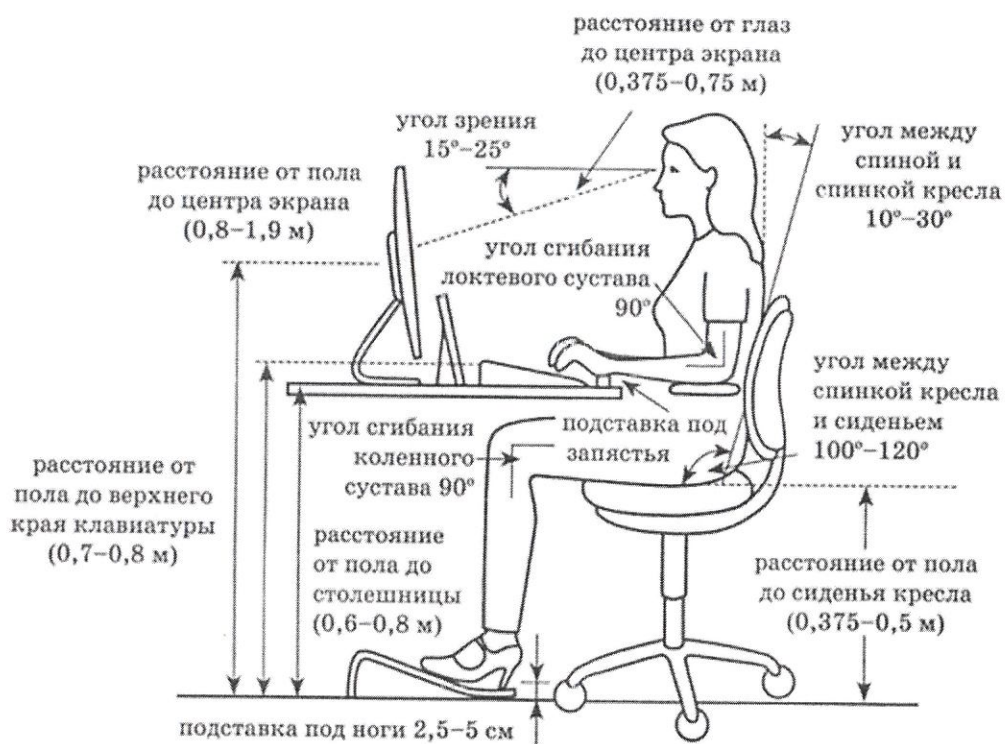


Рисунок 10 – Правила организации рабочей позы при сидячей работе за компьютером

Положение кистей за клавиатурой и мышью должно быть без сильных сгибания и разгибания в лучезапястных суставах, в противном случае все будет вести к компрессионным нейропатиям («туннельным синдромам») (рисунок 11).



Рисунок 11 – Правильное и неправильное положение кистей при использовании компьютерной мыши и клавиатуры

3.2. Профилактика заболеваний органов зрительной системы

Научные исследования показали, что 90% пользователей, проводящих более 3 часов в день за работой с компьютером, подвержены высокому риску развития компьютерного зрительного синдрома (КЗС), в основе которого лежит перенапряжение аккомодационного механизма глаза [8, 9]. Основные симптомы синдрома: снижение остроты зрения, затруднение в фокусировке на объектах и тексте, боль в глазные яблоках, ощущение наличия мелких инородных предметов, покраснение конъюнктивы глаз и высыхание роговицы.

К методам профилактики возникновения и уменьшения последствий КЗС относятся: проведение регулярных упражнений для глаз, правильное оснащение рабочего места врача-рентгенолога и использование диагностического монитора. Рекомендации по оснащению АРМ диагностическим монитором описаны в разделе 3.2.

Не следует работать за компьютером более 6 часов в общей сумме и более часа без перерыва, но, учитывая высокую интенсивность графика врачей, придерживаться этих рекомендаций довольно сложно. В такой ситуации офтальмологи советуют каждые 20 минут на протяжении 20 секунд фокусировать взгляд на объекте (картина на стене), расположенном на расстоянии не менее 6 м [10].

При наличии у врача дефектов зрения (близорукость, дальнозоркость, астигматизм и т.п.) является обязательным применение корректирующих очков во время работы за компьютером.

Повышенная концентрация внимания в процессе интерпретации диагностических изображений приводит к уменьшению частоты моргания, что провоцирует недостаточное увлажнение глаз из-за малого количества слезной жидкости. Применение офтальмологических растворов на основе гиалуроновой кислоты позволяет дополнительно увлажнить глаза и избежать возникновения синдрома «сухого глаза».

Немаловажную роль в профилактике КЗС играет правильное расположение компьютерного монитора на рабочем месте. Рекомендуется располагать монитор на расстоянии не менее 50 см от глаз. Верхнюю кромку дисплея следует установить на уровне глаз, также возможен вариант расположения монитора в самом нижнем положении, непосредственно над поверхностью стола, и углом наклона в 30° (рисунок 12).

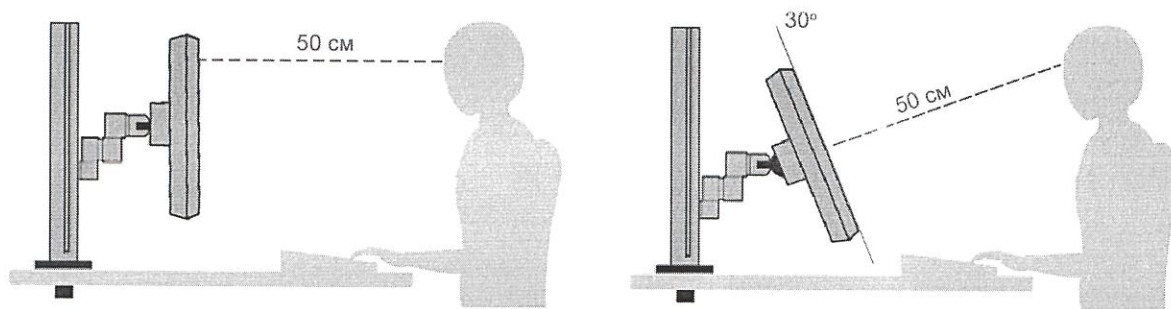


Рисунок 12 – Варианты расположения монитора

3.3. Профилактика утомления

Усталость врача-рентгенолога сказывается не только на его психическом состоянии и работоспособности, но и на эффективности и качестве работы отделения в целом. В научных исследованиях было показано, что врачи-рентгенологи после суточной смены продемонстрировали снижение работоспособности и симптомы утомления в виде отсутствия мотивации, наличия сонливости, снижения физической активности и концентрации внимания в сравнении с коллегами, пришедшими на смену утром следующего дня [11,12]. Подобное утомление врача может приводить к возникновению диагностических ошибок. Однако признаки утомления могут возникать не только после суточной смены, но и при регулярной интенсивной дневной работе.

На работоспособность врача влияет множество факторов: рациональная организация рабочего места, соблюдение комфортных условий труда (температура, освещение, влажность, шум и т.д.) и режим его отдыха.

Ниже приведены общие рекомендации по поддержанию высокого уровня работоспособности персонала:

- обязательная рациональная организация рабочего места врача с соблюдением оптимальных параметров микроклимата, освещения и шума (подробнее описано в разделе 2);
- обеспечение персонала комнатой отдыха;
- информирование персонала о важности проведения мероприятий по профилактике утомления вне рабочего времени.

Следует отметить, что отдых должен быть направлен не только на восстановление работоспособности, но и на создание «энергетических резервов» организма, иначе незначительная нагрузка может снова привести к утомлению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Знание основ и принципов организации и оснащения рабочего места врача-рентгенолога позволит создать комфортные условия труда, соответствующие нормативным правовым актам, гигиеническим требованиям и профессиональным стандартам. Правильно организованное рабочее место поможет не только повысить эффективность и качество работы медицинского специалиста, но и сохранить его здоровье.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Worldwide implementation of digital imaging in radiology / International Atomic Energy Agency. Vienna, 2015.
2. Kagadis G. C., Krupinski E., Walz-Flannigan A. et al. Medical imaging displays and their use in image interpretation // Radiographics. 2013. Vol. 33, №1. P. 275–291.
3. García-Lallana A., Viteri-Ramírez G., Saiz-Mendiguren R. et al. Ergonomía del puesto de trabajo en radiología [Ergonomics of the workplace in radiology] // Radiologia. 2011. Vol. 53, №6. P. 507–515. Spanish. DOI: 10.1016/j.rx.2011.06.007.
4. Кудрявцев Н. Д., Сергунова К. А., Иванова Г. В. [и др.]. Оценка эффективности внедрения технологии распознавания речи для подготовки протоколов рентгенологических исследований // Врач и информационные технологии. 2020. №. S1. С. 58–64. DOI: 10.37690/1811-0193-2020-S1-58-64.
5. Морозов С. П., Владзимирский А. В., Ветшева Н. Н. [и др.]. Референс-центр лучевой диагностики: обоснование и концепция // Менеджер здравоохранения. 2019. №. 8. С. 26–34.
6. Владзимирский А. В. Телемедицина. Донецк: ООО «Цифровая типография», 2011. 437 с.
7. Морозов С. П., Соколова М. В., Владзимирский А. В. [и др.]. Оптимизация работы отделения рентгенологической диагностики городской поликлиники на основе системного внедрения телемедицины // Радиология-практика. 2018. № 1 (67). С.18–27.
8. Kirk E., Strong J. Management of eWork health issues: a new perspective on an old problem // Work. 2010. Vol. 35, №2. P. 173–181. DOI: 10.3233/WOR-2010-0969.
9. Blehm C., Vishnu S., Khattak A. et al. Computer vision syndrome: a review // Surv Ophthalmol. 2005. Vol. 3, №50. P. 253–262. DOI: 10.1016/j.survophthal.2005.02.008.
10. Олейник А. И. Компьютерный зрительный синдром. [Электронный ресурс]. URL: <http://gkb-23.ru/tag/umenshenie-chastoty-morganiya>.
11. Hanna T. N., Zygmunt M. E., Peterson R. et al. The Effects of Fatigue from Overnight Shifts on Radiology Search Patterns and Diagnostic Performance // J Am Coll Radiol. 2018. Vol. 12, №15. P. 1709–1716. DOI: 10.1016/j.jacr.2017.12.019.
12. Waite S., Kolla S., Jeudy J. et al. Tired in the Reading Room: The Influence of Fatigue in Radiology // J Am Coll Radiol. 2017. Vol. 2, №14. P. 191–197. DOI: 10.1016/j.jacr.2016.10.009.