

**ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ**

СОГЛАСОВАНО

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

С.П. Морозов

« » _____ 2020 г.

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертным советом по науке
Департамента здравоохранения
города Москвы № 16



«20» _____ 2020 г.

**ПРИМЕНЕНИЕ РЕФЕРЕНТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ
ДЛЯ ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ
В ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ**

Методические рекомендации № 121

Москва
2020

УДК 615.84+616-073.75

ББК 53.6

П 75

Организация-разработчик:

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

Составители:

Лантух З.А. – начальник отдела дозиметрического контроля ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Дружинина Ю.В. – преподаватель кафедры радиационной гигиены им. академика Ф.Г. Кроткова ФГБОУ ДПО РМАНПО, эксперт отдела клинической дозиметрии и медицинской физики ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Водоватов А.В. – к.б.н., ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией радиационной гигиены медицинских организаций ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева

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»

Рыжов С.А. – руководитель центра по радиационной безопасности и медицинской физике ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Соколов Е.Н. – начальник отдела клинической дозиметрии и медицинской физики ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Шатёнок М.Р. – эксперт отдела клинической дозиметрии и медицинской физики ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Чипига Л.А. – научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева, научный сотрудник ФГБУ «РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова» Минздрава России

Толкачев К.В. – эксперт отдела клинической дозиметрии и медицинской физики ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

П 75 Применение референтных диагностических уровней для взрослых пациентов в лучевой диагностике / сост. З.А. Лантух, Ю.В. Дружинина, А.В. Водоватов и [др.]; под ред. С.П. Морозова // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 86. – М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020. – 34 с.

Рецензенты:

Ставицкий Роман Владимирович – д.б.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории лучевой терапии ФГБУ «РНЦРР» Минздрава России

Ермолина Елена Павловна – к.м.н., доцент кафедры радиационной гигиены им. академика Ф.Г. Кроткова ФГБОУ ДПО РМАНПО, главный эксперт Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, член Лабораторного совета при Роспотребнадзоре

Методические рекомендации предназначены для установления референтных диагностических уровней облучения взрослых пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований в медицинских организациях и их применения для оптимизации радиационной защиты пациентов при условии обеспечения высокого качества диагностической информации. Рекомендации относятся к медицинским рентгенодиагностическим и радиологическим исследованиям и предназначены для сотрудников и администрации медицинских организаций; организаций, осуществляющих радиационный контроль в медицинских организациях, а также могут быть использованы экспертными организациями и органами, осуществляющими санитарно-эпидемиологический надзор.

Данные методические рекомендации разработаны в ходе выполнения научно-исследовательской работы «Оценка доз облучения пациентов»

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

ISSN

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2020

© ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020

© Коллектив авторов, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки	4
Обозначения и сокращения	5
Термины и определения.....	6
Введение	8
1. Общие положения.....	10
2. Дозиметрические величины для установки референтных диагностических уровней	11
3. Определение стандартных доз пациентов	14
4. Разработка референтных диагностических уровней.....	16
5. Применение референтных диагностических уровней	20
Заключение	23
Список использованных источников.....	24
Приложение А. Программное обеспечение, рекомендованное для расчета эффективных доз для различных видов лучевой диагностики	26
Приложение Б. Список параметров проведения рентгенорадиологических исследований, необходимых для расчета эффективной дозы и проведения оптимизационных мероприятий	27
Приложение В. Схема установки референтных диагностических уровней.....	30
Приложение Г. Примеры референтных уровней DLP (мГр·см) и CTDI (мГр) при проведении компьютерной томографии пациентам старше 18 лет	31
Приложение Д. Схема применения референтных диагностических уровней.....	32

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009».
2. СанПиН 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010).
3. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».
4. СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований».
5. СанПиН 2.6.1.3288-15 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии».
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.06.1997 № 718 «О порядке создания единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан».
7. ГОСТ Р ИСО 3534-1-2019 «Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей».
8. ГОСТ Р ИСО 5479-2002 «Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения».
9. ГОСТ Р ИСО 16269-7-2004 «Статистические методы. Статистическое представление данных. Медиана. Определение точечной оценки и доверительных интервалов».

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

CTDI – компьютерно-томографический индекс дозы.

DLP – произведение дозы на длину сканирования.

A – активность.

ВПД – входная поверхностная доза.

ДВ – дозиметрическая величина.

ИИ – ионизирующее излучение.

КТ – компьютерная томография.

МО – медицинская организация.

МКРЕ – международная комиссия по радиационным единицам и измерениям.

МПКД – максимальная поглощенная доза в коже.

ОФЭКТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография.

ПДП – произведение дозы на площадь.

ПКП – произведение кермы на площадь.

ПО – программное обеспечение.

ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография.

ПЭТ/КТ – позитронно-эмиссионная компьютерная томография.

РГ – рентгенография.

РДУ – референтный диагностический уровень.

РНД – радионуклидная диагностика.

РРИ – рентгенорадиологические исследования.

РФП – радиофармпрепарат.

СДЖ – средняя доза в железе.

СД – стандартная доза.

ЭД – эффективная доза.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

75 %-й квантиль (75 %-й перцентиль или верхний квартиль) – значение исследуемой величины, ниже которого расположено 75 % результатов наблюдений, измерений.

Входная доза (ВД, мГр) – входная поверхностная доза с учетом обратного рассеивания.

Входная поверхностная доза (ВПД, мГр) – поглощенная доза в поверхностном слое мягкой биологической ткани на оси входа пучка рентгеновского излучения в тело пациента.

Компьютерно-томографический индекс $CTDI_{vol}$ (мГр) – мера поглощенной дозы излучения в одном томографическом срезе за полный оборот рентгеновской трубки.

Локальный РДУ – референтный диагностический уровень, разработанный для крупного медицинского учреждения или сети МО, разрабатываемый в случаях отличия доз от региональных РДУ более чем на 40%.

Медиана – значение исследуемой величины, ниже или выше которого расположено 50 % результатов наблюдений, измерений.

Произведение дозы на длину сканирования DLP (мГр·см) – характеризует поглощенную дозу за все исследование (фазу исследования).

Произведение дозы (кермы) на площадь (ПДП, ПКП сГр·см²) – произведение средней дозы (кермы) в воздухе по площади поперечного сечения пучка рентгеновского излучения на эту площадь. ПДП не зависит от расстояния от фокуса рентгеновской трубки до поверхности тела пациента.

Региональный РДУ – референтный диагностический уровень, разработанный для города или субъекта Российской Федерации.

Референтный диагностический уровень (РДУ) – параметр, используемый при проведении медицинской визуализации, который показывает (в нормальных условиях), является ли применяемая при выполнении радиологической процедуры доза облучения пациента или активность (количество) вводимых радиофармацевтических препаратов необычно высокой или необычно низкой в случае данной процедуры. Значение РДУ обычно устанавливают равным 75 % квантилю распределения значения стандартной дозы при проведении рентгенорадиологической процедуры в различных МО региона.

Средняя доза в железе (СДЖ, мГр) вычисляется из измеримой величины ВПД с использованием коэффициентов перехода.

Стандартная доза – средняя доза у взрослых пациентов обоего пола с массой тела 70 ± 10 кг при проведении выбранного РРИ в типовом режиме работы данного аппарата для рентгеновской или радионуклидной диагностики с типовым протоколом его выполнения. Для первичного определения РДУ возможно использовать данные от доз облучения

пациентов с массой тела 70 ± 20 кг. В случае использования больших выборок данных по пациентам (более 100 пациентов) СД определяется как медиана (50%-й перцентиль) распределения пациентов по выбранной дозовой величине, без учета индивидуальных антропометрических параметров (рост, масса тела, индекс массы тела).

ВВЕДЕНИЕ

Медицинское облучение пациентов является одним из основных источников облучения населения [2]. В современных международных рекомендациях принцип ограничения доз при использовании ионизирующего излучения (ИИ) в медицине не применяется, так как его применение может негативно сказаться на качестве оказания медицинской помощи пациентам [7, 8]. Медицинское облучение носит намеренный и добровольный характер при условии того, что оно принесет прямую пользу здоровью пациента [7, 8].

Основные средства радиационной защиты пациентов – принципы обоснования и оптимизации. Наиболее важным и результативным является принцип оптимизации, основу которого составляет система референтных диагностических уровней (РДУ). Они успешно применяются в международной практике [1–4] и официально введены в ОСПОРБ-99/2010 и МР 2.6.1.0066-12 [5].

Принцип оптимизации заключается в обеспечении [8] полезного медицинского эффекта рентгенорадиологических процедур, диагностической информации высокого качества или лечебного результата при наименьших возможных уровнях облучения [1–5, 12–14]. Общепринятым в мировой практике является комплексный процесс оптимизации защиты [1–6], реализуемый на двух уровнях: общем (на уровне государства или отдельного региона, посредством установления референтных диагностических уровней [1–6]), и частном (на уровне отдельной медицинской организации или отделения лучевой диагностики, посредством разработки и внедрения низкодозовых протоколов проведения РРИ, обеспечивающих необходимое для постановки диагноза качество изображения [8]).

Результаты оценки доз пациентов от типовых РРИ в отдельных регионах Российской Федерации демонстрируют существенные (вплоть до 100 раз) различия между минимальными и максимальными дозами для каждого из выбранных исследований [7–10]. При этом, вне зависимости от использованных параметров проведения исследования и соответствующих им доз пациентов, обеспечивалось как минимум удовлетворительное диагностическое качество изображения [7]. Это позволяет сделать вывод о возможности значительного снижения доз пациентов без потерь в качестве изображения за счет оптимизации проведения РРИ посредством применения РДУ [7].

Данные методические рекомендации посвящены установлению РДУ и их использованию в процессе оптимизации применительно к исследованиям лучевой и радионуклидной диагностики в контексте практической реализации принципа обоснования. Рекомендации предназначены для медицинских учреждений и организаций, осуществляющих радиационный контроль в медицинских организациях, а также могут быть использованы

экспертными организациями и органами, осуществляющими санитарно-эпидемиологический надзор.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. РДУ для выбранного исследования – установленное значение выбранной дозиметрической величины, численно равное определенному перцентиллю распределения рентгеновских кабинетов по данной дозиметрической величине для отдельного региона или страны [7]. Значение РДУ является мерой сравнения для оценки того, не является ли уровень облучения пациента в данном кабинете аномально высоким или низким для рассматриваемого исследования или процедуры. РДУ представляет собой ориентир для оптимизации медицинского облучения пациентов в медицинской организации (МО) региона или страны [7].

1.2. РДУ используют для регулирования средних уровней облучения пациентов при проведении выбранных рентгенорадиологических исследований (РРИ) на конкретном рентгеновском аппарате, но не применяют к отдельным пациентам. РДУ устанавливают и используют применительно к наиболее распространенным исследованиям, проводимым с использованием типовых протоколов [7].

1.3. Если измеренные или расчетные значения стандартных доз на данном аппарате в данном режиме неоднократно и существенно превышают установленное значение РДУ для данного РРИ, это может указывать на наличие существенных недостатков в проведении данной рентгенологической процедуры. В таких случаях необходимо рассмотреть режим проведения исследования и степень защиты пациентов и принять меры по их оптимизации. Превышение РДУ при исследовании отдельных пациентов не является нарушением требований радиационной защиты [5].

1.4. РДУ не являются нормативом, а используются как референтное значение в целях внутреннего (в рентгеновском кабинете, отделении, МО) контроля качества проведения процедур. Превышение РДУ не означает автоматически, что процедуры проводят некачественно, так как оно может быть обусловлено техническими особенностями используемой аппаратуры или протокола проведения процедуры [7].

1.5. РДУ служат средством достижения показателей современной образцовой практики рентгенологии и должны пересматриваться по мере совершенствования соответствующей технологии и методик (в случаях, когда более 95% значений стандартных доз ниже установленного РДУ), но не реже одного раза в 5 лет.

1.6. В МО рекомендуется регулярно проводить контроль качества рентгенологических процедур, даже если РДУ не превышены, а также в том случае, если СД значительно ниже РДУ. Помимо оценки величины дозы, контроль должен включать в себя обязательную оценку качества изображения и клинический аудит протокола проведения процедуры [5].

1.7. В начале процесса использования РДУ как инструмента оптимизации радиационной защиты пациента в регионе их следует установить для наиболее распространенных видов рентгенорадиологических исследований [7].

2. ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ДЛЯ УСТАНОВКИ РЕФЕРЕНТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ

2.1. РДУ следует устанавливать и применять на практике к измеряемым или расчетным дозиметрическим величинам [5]. Полный список дозиметрических величин представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Дозиметрические величины, рекомендуемые для разработки РДУ

Метод исследования	Дозиметрическая величина для РДУ	Обозначение дозиметрической величины	Ед. измерения
Компьютерная томография	Компьютерно-томографический индекс дозы	CTDI _{vol}	мГр
	Произведение дозы на длину сканирования	DLP	мГр·см
Рентгенография	Произведение дозы (кермы) на площадь	ПДП (ПКП)	сГр/см ²
Рентгеноскопия	Произведение дозы (воздушной кермы) на площадь	ПДП (ПКП)	сГр/см ²
Интервенционная радиология	Произведение дозы (кермы) на площадь	ПДП (ПКП)	сГр/см ²
	Входная доза	ВД	мГр
Маммография	Средняя доза в молочной железе	СДЖ	мГр
	Входная поверхностная доза в воздухе	ВПД (ВПК)	мГр
Радионуклидная диагностика	Введенная активность	А	Бк (Ки)
Все виды лучевой диагностики	Эффективная доза	ЭД (Е)	мЗв

2.2. Для обеспечения совместимости с действующими в Российской Федерации системами контроля и учета доз пациентов рекомендуется в дополнение к величинам, указанным в таблице 1, устанавливать СД и РДУ в значениях эффективной дозы (ЭД).

2.3. Установление РДУ возможно как с применением специализированного программного обеспечения для сбора и учета доз пациентов, так и с помощью ручного сбора данных. При этом предпочтение должно отдаваться использованию программного обеспечения. При работе с цифровыми рентгеновскими аппаратами, в случае ручного сбора данных, значения нужной ДВ, необходимой для расчета стандартной дозы и/или эффективной дозы облучения пациента, можно получать из соответствующих файлов исследований.

Компьютерная томография

2.4. Для разработки РДУ при проведении КТ рекомендуется использовать компьютерно-томографический индекс $CTDI_{vol}$ (мГр) и/или произведение дозы на длину сканирования DLP (мГр·см).

Можно определять указанные показатели как за все исследование, так и за фазу исследования, что должно отдельно оговариваться в протоколе сбора данных.

Рентгенография и рентгеноскопия

2.5. Для разработки РДУ при проведении исследований на рентгеновских аппаратах общего назначения в режиме рентгенографии и рентгеноскопии рекомендуется использовать произведение дозы (кермы) на площадь ($cГр/см^2$).

Интервенционные исследования

2.6. При разработке РДУ для исследований рентгеновских аппаратов, предназначенных для проведения интервенционных процедур, рекомендуется использовать произведение дозы (кермы) на площадь ($cГр/см^2$) и/или входную дозу (пиковая кожная доза) (мГр) [6].

Маммография

2.7. При разработке РДУ для маммографических аппаратов рекомендуется использовать значения средней дозы в железе (СДЖ) или входную поверхностную дозу (ВПД), без учета рассеянного излучения.

Радионуклидная диагностика

2.8. При разработке РДУ для процедур радионуклидной диагностики рекомендуется использовать значения активности введенного радиофармпрепарата (МБк). При комбинированных (гибридных) методах также следует использовать компьютерно-томографический индекс $CTDI_{vol}$ (мГр) и/или произведение дозы на длину сканирования DLP (мГр·см).

Эффективные дозы (все виды лучевой диагностики)

2.9. Расчет ЭД при установлении РДУ является дополнительной мерой оценки риска радиационного воздействия. Как правило, РДУ устанавливаются в показателях измеренных значений. Оценка РДУ с использованием ЭД проводится согласно определенным методикам [11, 12] для лучевой диагностики [13] и радионуклидной диагностики. Определение поглощенной

дозы в молочной железе производится согласно методикам, описанным в специальной литературе [11 и 12].

2.10. В лучевой диагностике расчет ЭД проводится с использованием коэффициентов перехода от измеренных дозиметрических величин (см. таблицу 1) или радиационного выхода рентгеновского аппарата к ЭД. В радионуклидной диагностике расчет ЭД проводится с использованием коэффициентов перехода от введенной активности радионуклида в РФП к эффективной дозе для выбранного радиофармпрепарата.

2.11. При использовании ЭД определение эффективных доз проводится по установленным методикам, при отсутствии коэффициентов перехода в действующих нормативных документах возможно использование специализированного ПО, примеры которого приведены в приложении А. Не следует проводить расчет эффективной дозы с использованием несоответствующих коэффициентов перехода.

2.12. Перечень параметров проведения рентгенорадиологических исследований, необходимых для расчета ЭД, представлен в приложении Б.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ДОЗ ПАЦИЕНТОВ

3.1. Стандартная доза (СД) – средняя доза у взрослых пациентов обоего пола с массой тела 70 ± 10 кг при проведении выбранного РРИ в типовом режиме работы данного аппарата для рентгеновской или радионуклидной диагностики с типовым протоколом его выполнения [11]. Для первичного определения РДУ возможно использовать данные от доз облучения пациентов с массой тела 70 ± 20 кг [1, 2, 5, 11].

В случае использования больших выборок данных по пациентам (более 100 пациентов) СД определяется как медиана (50%-й перцентиль) распределения пациентов по выбранной дозовой величине, без учета индивидуальных антропометрических параметров (рост, масса тела, индекс массы тела).

3.2. СД является основой для установления РДУ в выбранной дозовой величине. СД должны определяться с учетом специфики выполнения данного РРИ на данном рентгеновском аппарате, с учетом всех дозообразующих параметров проведения исследования (геометрии облучения пациента и параметров проведения исследования) [2, 5, 11].

3.3. Для определения стандартных доз облучения пациентов следует придерживаться следующих минимальных объемов выборок пациентов:

- для исследований, проводимых по стандартизованным протоколам (рентгенография, КТ, стоматологические исследования) – не менее 15 пациентов для каждого протокола исследования;

- для комплексных исследований, проводимых без стандартизованных протоколов, в том числе и с изменяемой геометрией облучения пациентов (рентгеноскопия и интервенционная радиология) – 20–30 пациентов для каждого протокола исследования;

- для радионуклидной диагностики – 20 пациентов для каждого протокола исследования с каждым радиофармпрепаратом;

- при маммографии – 40–50 пациентов.

3.4. При проведении многофазных КТ-исследований с контрастом СД определяются за все исследование с учетом всех фаз сканирования и для каждой фазы сканирования отдельно. При проведении комплексных рентгеноскопических и интервенционных исследований может потребоваться определение СД в зависимости от цели исследования.

3.5. СД устанавливаются в выбранной измеряемой дозиметрической величине (таблица 1) и в эффективной дозе. Можно проводить разработку РДУ в двух измеряемых величинах, если это необходимо для нужд МО и разработки национальных и региональных РДУ.

3.6. При проведении гибридных исследований (ПЭТ/КТ, ОФЭКТ/КТ) стандартные дозы определяются:

- в измеренных дозиметрических величинах (DLP и введенной активности РФП) – для КТ и радионуклидной диагностики соответственно в отдельности;

– в величине эффективной дозы – для каждого из методов отдельно и за все исследование в целом.

3.7. Для каждого РРИ дополнительно к величине СД должны определяться параметры проведения исследований/протоколов сканирования [7]. Список параметров для различных методов лучевой диагностики представлен в приложении Б.

3.8. Ответственным лицом за определение СД является медицинский физик, инженер отделения или лицо, назначенное ответственным за радиационную безопасность. Ответственность лица за определение стандартных доз оговаривается в приказе по организации, и эта информация вносится в должностную инструкцию работника. Определение СД осуществляется ответственным лицом как самостоятельно, так и с привлечением представителя аккредитованной лаборатории радиационного контроля.

3.9. СД могут использоваться при проведении оптимизации протоколов рентгенорадиологических исследований, для выявления случаев аномально высоких и низких доз облучения пациентов, для выявления случаев аварийного облучения пациентов, а также при заполнении формы государственного статистического наблюдения №3-ДОЗ «Сведения о дозах облучения пациентов при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований» [5].

3.10. В связи с большими объемами данных, которые необходимо анализировать для определения СД, рекомендуется использовать специализированное программное обеспечение (ПО) мониторинга доз, которое оснащено функционалом, позволяющим определять СД. При автоматическом сборе используются данные всех пациентов вне зависимости от веса.

3.11. Если при установке РДУ с помощью ПО применяются значения эффективных доз, то ПО должно обладать функционалом, который проводит расчет эффективных доз в соответствии с действующими нормативными документами.

4. РАЗРАБОТКА РЕФЕРЕНТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ

4.1. РДУ устанавливаются как 75%-й перцентиль распределения рентгеновских кабинетов (аппаратов) по выбранной дозовой величине [11]. Последовательность установления РДУ для оптимизации защиты пациента в регионе при проведении выбранного рентгенорадиологического исследования включает следующие основные этапы (см. приложение В):

- определение индивидуальных дозиметрических характеристик у группы пациентов при проведении данного исследования на каждом из множества выбранных аппаратов для рентгеновской или радионуклидной диагностики в типовом режиме работы аппарата с типовым протоколом проведения исследования;

- вычисление стандартной дозы для данной процедуры для каждого из выбранных аппаратов для лучевой диагностики;

- построение распределения числа выбранных аппаратов для рентгеновской или радионуклидной диагностики по интервалам значений стандартной дозы для данного исследования;

- определение значения РДУ для данного исследования как 75%-го перцентиля распределения числа аппаратов по значениям стандартной дозы [2, 5, 11].

4.2. Для целей оптимизации целесообразно устанавливать дополнительно две индикаторные величины:

- достижимая доза (achievable dose) – медиана (50%-й перцентиль) распределения числа аппаратов для лучевой диагностики по значениям стандартной дозы. Достижимая доза представляет собой ориентир для проведения оптимизационных мероприятий в том случае, если стандартная доза ниже установленного значения РДУ;

- аномально низкая доза – 10%-й перцентиль распределения числа аппаратов для рентгеновской или радионуклидной диагностики по значениям стандартной дозы.

4.3. Для крупных МО (20 и более аппаратов для лучевой диагностики) допускается устанавливать локальные РДУ, достижимые дозы и аномально низкие дозы в том случае, если локальная практика работы или аппаратный парк существенно отличаются от аналогичных показателей в регионе.

4.4. РДУ, достижимые дозы и аномально низкие дозы устанавливаются в тех же дозиметрических величинах, что и СД: выбранной измеряемой дозиметрической величине и в эффективной дозе.

4.5. Совокупность аппаратов для лучевой или радионуклидной диагностики для установления региональных РДУ должна быть представительной в отношении географии их распределения, основных моделей и протоколов проведения исследований, используемых в регионе [5, 7]. Для каждого выбранного рентгенорадиологического исследования в выборку аппаратов рекомендуется включать не менее 50% аппаратного парка в регионе. При этом следует отдавать предпочтение аппаратам, установленным

в крупных МО с высоким потоком пациентов. На первом этапе для установления РДУ возможно использовать данные не менее 20 аппаратов одного типа.

4.6. С использованием данной методологии были разработаны РДУ при проведении компьютерной томографии пациентам старше 18 лет для дозиметрических величин CTDI (мГр) и DLP (мГр·см) в городских клинических больницах г. Москвы, которые представлены в приложении Г настоящих методических рекомендаций.

4.7. Типичное распределение числа аппаратов по значениям стандартной дозы отличается от нормального и лучше всего описывается логнормальной функцией [7]. Пример такого распределения представлен на рисунке 1.

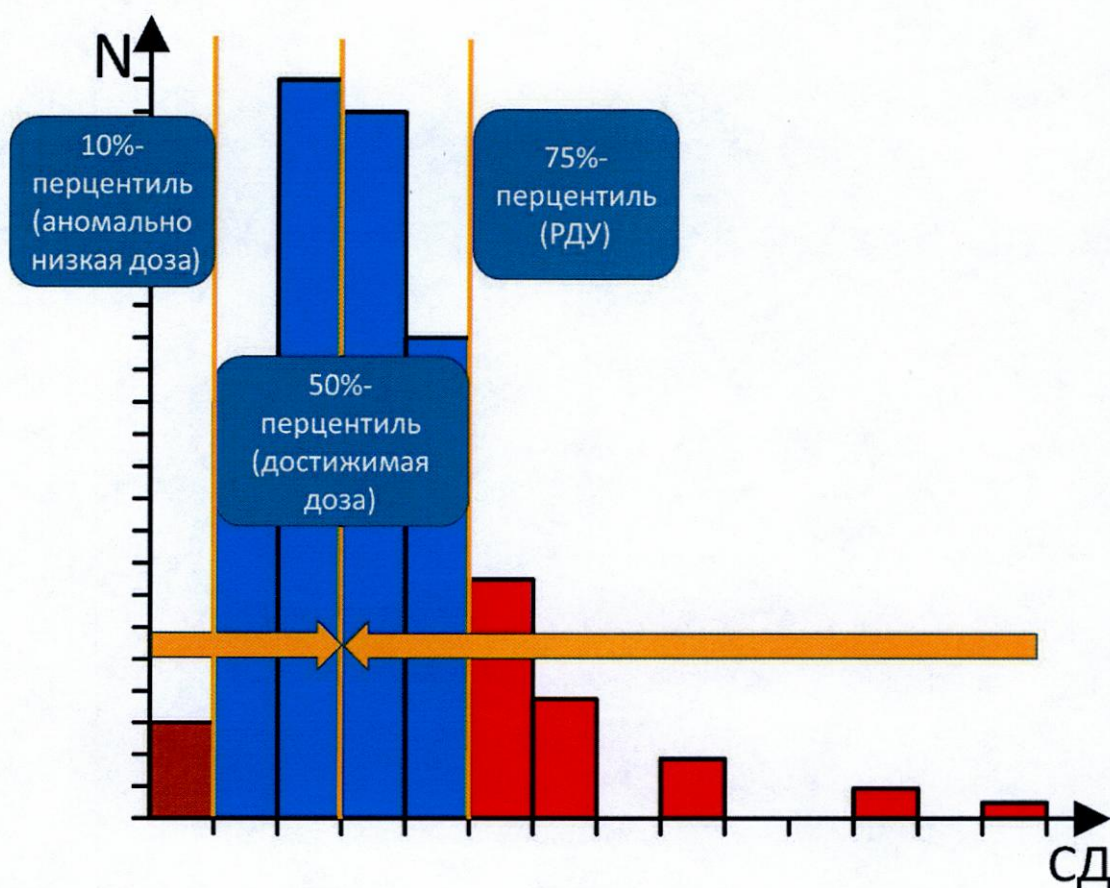
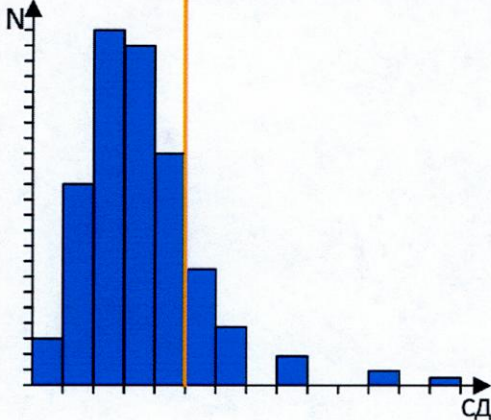
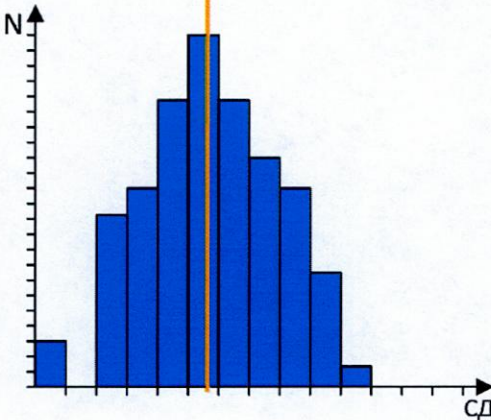
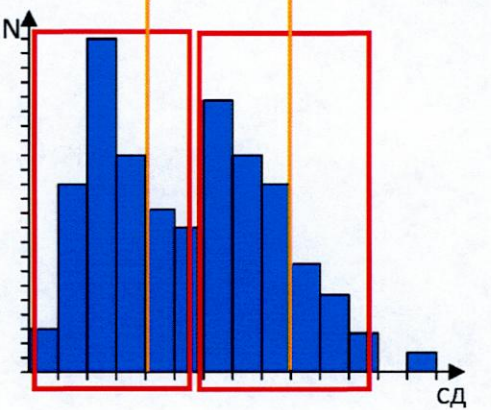


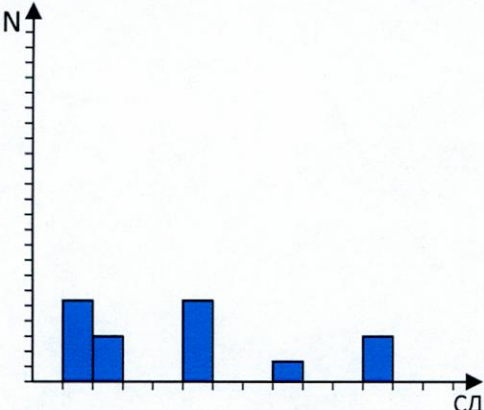
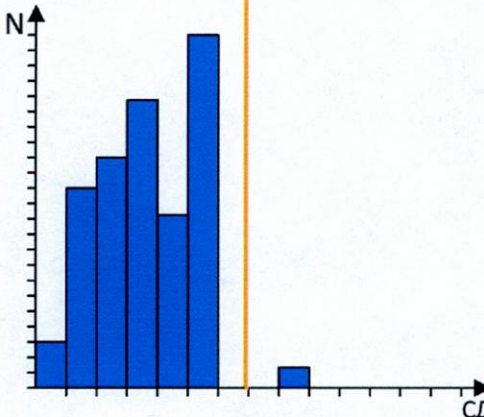
Рисунок 1 –Пример типичного распределения числа аппаратов по значениям стандартной дозы (отмечены все индикаторные показатели)

4.8. Различные варианты распределения числа аппаратов по значениям стандартной дозы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Примеры распределений числа аппаратов по значениям стандартной дозы

№ п/п	Пример распределения	Комментарий
1		<p>Типичное распределение числа аппаратов по значениям стандартной дозы для всех видов лучевой диагностики. Распределение имеет логнормальный характер. Желтая линия соответствует значению РДУ</p>
2		<p>Типичное распределение числа аппаратов по значениям стандартной дозы/активности для радионуклидной диагностики. Распределение имеет нормальный характер. Желтая линия соответствует значению РДУ</p>
3		<p>Пример объединения в одну выборку двух протоколов, существенно отличающихся по уровням облучения пациентов (выделены красным). Распределение имеет бимодальный характер. Необходимо построение распределений и установление РДУ (желтые линии) для каждого из протоколов в отдельности</p>

Продолжение таблицы 2

4		<p>Пример распределения с недостаточным количеством данных для установления РДУ (или наличия нескольких практик, существенно отличающихся по уровням облучения пациентов). Установление РДУ невозможно</p>
5		<p>Пример распределения аппаратов для оптимизированной практики или использования некорректных (завышенных) значений РДУ. Необходимы пересмотр и повторное установление РДУ. Желтая линия соответствует значению РДУ</p>

4.9. РДУ не являются фиксированными величинами и должны периодически пересматриваться [7]. Установление новых значений РДУ позволит учесть обновление аппаратного парка, повышение квалификации медицинского персонала, внедрение новых видов и методик выполнения РРИ, а также практический эффект от проведения процесса оптимизации. Целесообразно устанавливать цикл обновления РДУ продолжительностью 5 лет, что позволит планомерно реализовать все этапы оптимизационного процесса [7].

4.10. С целью выявления аппаратов для лучевой диагностики с аномально высокими и низкими дозами для каждой стандартной дозы определяется стандартное отклонение по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

где σ – стандартное отклонение; n – выборка пациентов, по которой была определена стандартная доза; x_i – значение индивидуальной дозы для пациента i ; \bar{x} – стандартная доза. Значения стандартных доз плюс два стандартных отклонения не должны превышать установленные значения РДУ (аномально высокие дозы) [4]. К аномально низким дозам относятся те аппараты, на которых значения стандартных доз плюс два стандартных отклонения находятся ниже 10%-го перцентиля распределения аппаратов по стандартным дозам.

5. ПРИМЕНЕНИЕ РЕФЕРЕНТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ

5.1. РДУ являются основой для проведения процесса оптимизации [7], включающего в себя следующие этапы (см. приложение Д):

- первичное установление РДУ для выбранных РРИ;
- определение рентгеновских кабинетов с аномально высокими или низкими дозами путем сравнения СД для данного РРИ с соответствующими значениями РДУ;
- проведение расследования причин аномально высоких или низких доз пациентов в отдельных рентгеновских кабинетах, выявление факторов, обуславливающих аномально высокие или низкие дозы, и их коррекция с установкой новых методик работы медицинского персонала;
- оценка возможности использования предложенных методик на практике;
- повторное определение СД, установление новых РДУ [9, 10].

5.2. В МО целесообразно разработать программу проведения оптимизационных мероприятий в рамках общей программы обеспечения качества проведения РРИ, в которой определяются ответственные лица, периодичность, список объектов исследования, последовательность действий при превышении РДУ [7].

5.3. Программа проведения оптимизационных мероприятий должна включать в себя следующие положения:

- оценку СД для каждого аппарата для рентгеновской или радионуклидной диагностики в МО и ее сравнение с соответствующими РДУ;
- систематическую коррекцию параметров выполнения исследования/процедуры в случае превышения СД значений РДУ;
- оценку диагностического качества изображений, созданных с использованием скорректированных параметров выполнения исследования/процедуры;
- взаимодействие с организацией-поставщиком или организацией, осуществляющей ремонт и техническое обслуживание рентгеновского оборудования, в том случае, если коррекцию параметров проведения исследования произвести не удается или она не приводит к снижению СД;
- проведение мероприятий по снижению СД до уровней достижимых доз;
- обеспечение поверки и калибровки рентгеновского и дозиметрического оборудования [8].



Рисунок 2 – Цикл PDCA-процесса применения и оптимизации РДУ

5.4. Для описания процесса применения РДУ и оптимизации дозовой нагрузки пациентов используют цикл Деминга PDCA (Plan-Do-Check-Act) (рисунок 2), который включает в себя:

- Планирование (Р) – процессы подготовки программы оптимизации дозовой нагрузки пациентов: выбор необходимого оборудования, выбор видов диагностических исследований для их оптимизации, выбор использования региональных или локальных РДУ. Примеры РДУ для компьютерной томографии представлены в приложении Г.

- Выполнение исследований (D) – сбор базы исследований, которая оценивается в отношении превышения или уменьшения РДУ.

- Изучение/проверка (С) – определение стандартных доз аппарата. Сопоставление полученной на каждом аппарате стандартной дозы с соответствующими региональными (локальными) значениями РДУ. Выявление тех аппаратов, на которых значение стандартных доз статистически существенно превышают (см. п. 4.9) соответствующие региональные (локальные) значения РДУ.

- Корректировка (А) – анализ работы аппаратов с высокими и низкими значениями стандартных доз или стандартных дозиметрических величин и их коррекция различными методами, обязательно включая оценку качества диагностического изображения.

5.5. В случае, если установлен факт превышения СД над РДУ, оптимизация производится последовательно на следующих уровнях:

- проведение анализа работы персонала в МО, направленного на идентификацию превышения СД по человеческому фактору (процедурные ошибки персонала, связанные с использованием некорректных протоколов проведения исследований и т.п.);

- повышение квалификации персонала в вопросах рентгенодиагностики и радиационной безопасности;

- оптимизация протоколов проведения рентгенорадиологической процедуры, изменение технических и/или геометрических параметров проведения процедуры;

– внеплановый контроль эксплуатационных параметров аппарата, техническое обслуживание аппарата или ремонт используемого оборудования при необходимости;

– коррекция технических параметров проведения исследования/процедуры без вмешательства в настройки аппарата для лучевой или радионуклидной диагностики;

– проведение дополнительной настройки или калибровки без замены отдельных частей аппарата для лучевой или радионуклидной диагностики в рамках программы обеспечения качества;

– оценка качества используемых расходных материалов;

– замена отдельных компонентов аппарата для лучевой или радионуклидной диагностики;

– рассмотрение вопроса о замене аппарата для лучевой или радионуклидной диагностики.

5.6. Коррекции режима работы для рентгеновского аппарата, принимаемые для стандартной дозы или дозиметрической величины с целью не превышения регионального РДУ по г. Москве, применяются при участии ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ».

5.7. Переход на следующий уровень оптимизации будет происходить только при невозможности снизить СД на текущем уровне. Проведение оптимизационных мероприятий по двум последним подпунктам будет осуществляться только после экономического обоснования в соответствии с действующими нормативными документами [п. 7.2 НРБ-99/2009].

5.8. Если после проведенных мероприятий значения СД были снижены ниже РДУ, необходимо провести оценку качества изображения, выполненного на новых параметрах проведения исследования/процедуры или новом оборудовании [7].

5.9. Если корректирующие меры на аппаратах, где стандартная доза превышает соответствующие значения РДУ, снижают дозу у пациента, но ухудшают качество изображения с потерей необходимой диагностической информации, то следует искать другие способы оптимизации радиационной защиты пациента [5].

5.10. Наряду с оптимизацией дозы на процедуру, в том числе с помощью РДУ, следует стремиться к возможному снижению числа процедур (снимков, сеансов рентгеноскопии) в составе рентгенодиагностического исследования без потери качества диагностической информации [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В методических рекомендациях рассмотрены и сопоставлены различные методики определения РДУ на основе измеряемых и/или рассчитываемых дозиметрических характеристик, включая произведение дозы на площадь, входную дозу, среднюю дозу в железе, активность и эффективную дозу пациентов. Использование эффективной дозы позволит обеспечить преемственность определения дозовых нагрузок пациентов и повысить достоверность данных, представляемых в форму 3-ДОЗ.

Предложена схема определения стандартных доз в зависимости от типа используемых рентгенодиагностических аппаратов. Использование единой схемы определения СД позволит обеспечить необходимую точность сбора данных и репрезентативность дозовых нагрузок пациентов.

Подробно изложена система разработки референтных диагностических уровней, в которой предложено устанавливать РДУ как 75% квантиль распределения рентгеновских кабинетов по стандартным дозам.

Кроме этого, представлен алгоритм применения референтных диагностических уровней. Для описания процесса применения РДУ и оптимизации дозовой нагрузки пациентов используют цикл Демига PDCA (Plan-Do-Check-Act). Также показан процесс действий в случае, если установлен факт превышения СД над РДУ, и описаны уровни, на которых производится оптимизация.

Приведены значения референтных диагностических уровней, установленных на основании двух дозиметрических величин – DLP (мГр·см) и CTDI (мГр) при проведении компьютерной томографии пациентам старше 18 лет в клинических больницах г. Москвы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Vano E., Miller D.L., Martin C.J. et al. ICRP Publication 135: Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging // SAGE Journals. Vol. 46, №1, 2017. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0146645317717209> (дата обращения: 20.08.2020).
2. Публикация МКРЗ 105. Радиационная защита в медицине / пер. с англ.; под ред. М.И. Балонова. СПб.: ФГУН НИИРГ, 2011. 66 с.
3. Нормы безопасности: Радиационная защита и безопасность источников излучения: международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности // Серия норм МАГАТЭ по безопасности. № GSR. Ч. 3. Вена: МАГАТЭ, 2011. 520 с.
4. IAEA Safety Standards. Radiation Protection and safety in Medical Uses of Ionizing Radiation. № SSG-46. 2018. URL: <https://www.iaea.org/publications/11102/radiation-protection-and-safety-in-medical-uses-of-ionizing-radiation> (дата обращения: 28.02.2020).
5. Применение референтных диагностических уровней для оптимизации радиационной защиты пациента в рентгенологических исследованиях общего назначения: методические рекомендации МР 2.6.1.0066 – 12. М.: Роспотребнадзор, 2012. 28 с.
6. Оптимизация радиационной защиты пациентов в интервенционной радиологии: методические рекомендации МР 2.6.1.0097–15. М.: Роспотребнадзор, 2015. 18 с.
7. Водоватов А.В. Практическая реализация концепции референтных диагностических уровней для оптимизации защиты пациентов при проведении стандартных рентгенографических исследований // Радиационная гигиена. 2017. Т.10, № 1. С. 47–55.
8. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Романович И.К. [и др.]. Современные принципы обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения в медицине. Часть 1. Тенденции развития, структура лучевой диагностики и дозы медицинского облучения // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, №1. С. 6–24. URL: <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2019-12-1-6-24> (дата обращения: 28.02.2020).
9. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Романович И.К. [и др.]. Современные принципы обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения в медицине. Часть 2. Радиационные риски и совершенствование системы радиационной защиты. Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, №2. С. 6–24. URL: <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2019-12-2-6-24> (дата обращения: 28.02.2020).
10. Балонов М.И., Голиков В.Ю., Водоватов А.В. [и др.]. Научные основы радиационной защиты в современной медицине. Т. 1. Лучевая диагностика / под ред. проф. М.И. Балонова. СПб.: НИИРГ им. проф. П.В. Рамзаева, 2019. Т. 1. 320 с.
11. Водоватов А.В., Голиков В.Ю., Кальницкий С.А. [и др.]. Анализ уровней облучения взрослых пациентов при проведении наиболее

распространенных рентгенографических исследований в Российской Федерации в 2009–2014 гг. // Радиационная гигиена. 2017. Т.10. № 3. С.66–75.

12. Методические указания МУ 2.6.1.2944-11 «Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований». М.: Роспотребнадзор, 2011. 100 с.

13. Методические указания МУ 2.6.1.3584-19 «Изменения в МУ 2.6.1.2944-11 „Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований”». М.: Роспотребнадзор, 2019.

14. Методические указания МУ 2.6.1.3151-13 «Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований». М.: Роспотребнадзор, 2013. 35 с.

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, РЕКОМЕНДОВАННОЕ
ДЛЯ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЗ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ
ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Таблица А.1 – Программное обеспечение, рекомендованное для расчета эффективных доз для различных видов лучевой диагностики

Рентгенография, метод	Название ПО	Производитель	Ссылка доступа
Рентгенография	PCXMC 2.0	STUK, Финляндия	https://www.stuk.fi/palvelut/pcxmc-a-monte-carlo-program-for-calculating-patient-doses-in-medical-x-ray-examinations/pcxmc-version-information
Рентгеноскопия	PCXMC 2.0	STUK, Финляндия	https://www.stuk.fi/palvelut/pcxmc-a-monte-carlo-program-for-calculating-patient-doses-in-medical-x-ray-examinations/pcxmc-version-information
Интервенционные и рентгенохирургические исследования	VirtualDoseIR	Virtual phantoms, INC, США	http://www.virtualphantoms.com/our-products/virtualdoseir/
	PCXMC 2.0	STUK, Финляндия	https://www.stuk.fi/palvelut/pcxmc-a-monte-carlo-program-for-calculating-patient-doses-in-medical-x-ray-examinations/pcxmc-version-information
Стоматология	PCXMC 2.0	STUK, Финляндия	https://www.stuk.fi/palvelut/pcxmc-a-monte-carlo-program-for-calculating-patient-doses-in-medical-x-ray-examinations/pcxmc-version-information
Компьютерная томография	VirtualDoseCT, NCICT, CT-Expo	Virtual phantoms, INC, США National cancer institute, США	http://www.virtualphantoms.com/our-products/virtualdose/ https://ncidose.cancer.gov/#ncict http://www.sasrad.com/page12.php

СПИСОК ПАРАМЕТРОВ ПРОВЕДЕНИЯ РЕНТГЕНРАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ И ПРОВЕДЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Таблица Б.1 – Список параметров проведения рентгенорадиологических исследований, необходимых для расчета эффективной дозы и проведения оптимизационных мероприятий

Метод лучевой диагностики	Физико-технические параметры		Геометрия облучения пациента		Дозовые величины	
	Параметр	Единица измерения	Параметр	Единица измерения	Величина	Единица измерения
Рентгенография	Анодное напряжение	кВ	Анатомическая область исследования	-	Произведение дозы на площадь	сГр×см ² мкГр×м ²
	Экспозиция	мАс	Проекция облучения	-	Радиационный выход рентгеновского аппарата	мГр × м ² /(мА × с)
	Толщина суммарной фильтрации рентгеновского пучка	мм Al и/или Cu	Размер поля облучения	см×см		
			Расстояние «источник-приемник» (РИП)	см		
Рентгеноскопия	Дополнительно к параметрам для рентгенографии					
	Скорость проведения рентгеноскопии	Кадров/с	Структура исследования (количество проекций)			
	Полное время рентгеноскопии	с				

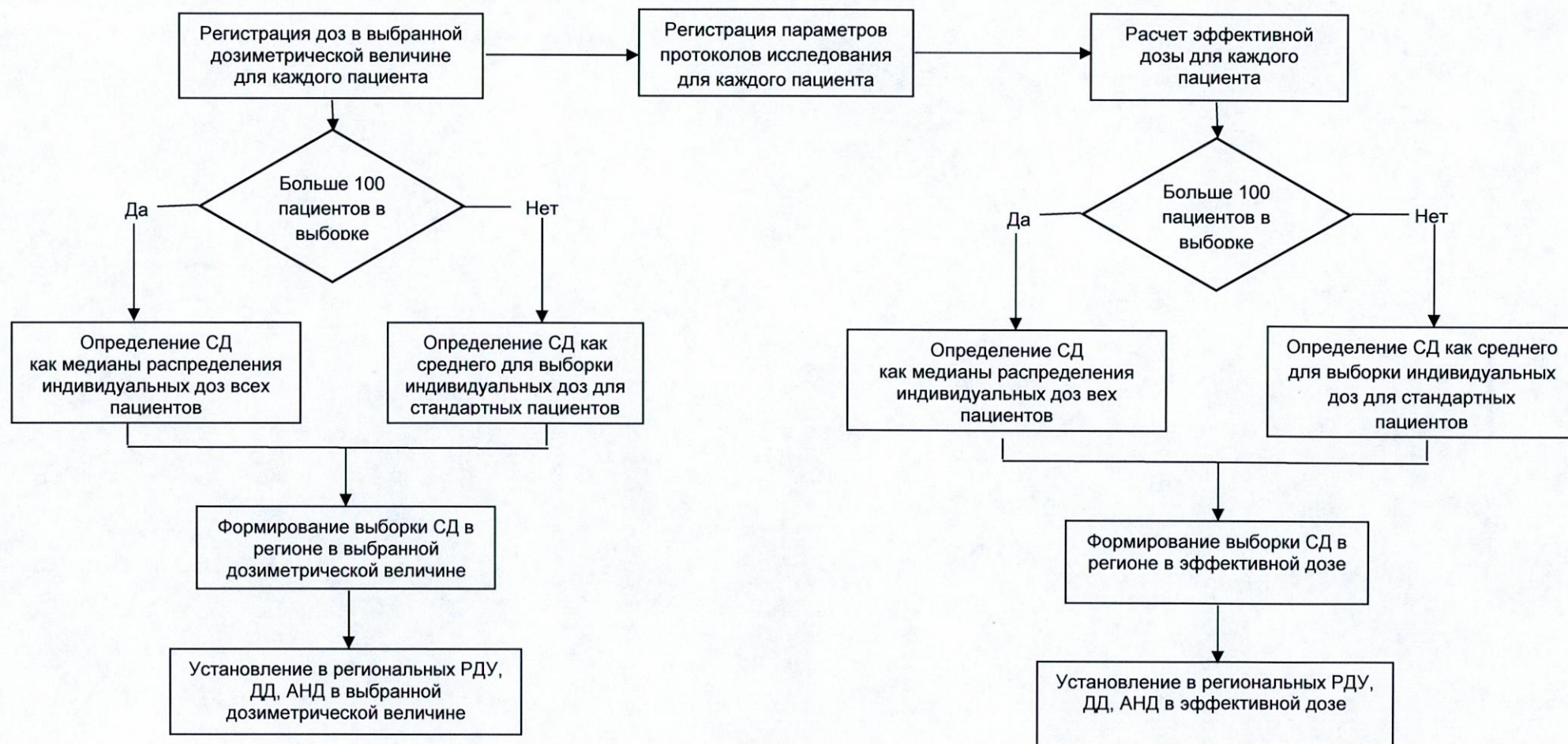
Продолжение таблицы Б. 1

Метод лучевой диагностики	Физико-технические параметры		Геометрия облучения пациента		Дозовые величины	
	Параметр	Единица измерения	Параметр	Единица измерения	Величина	Единица измерения
Маммография	Анодное напряжение	кВ	Толщина молочной железы в состоянии компрессии	см	Радиационный выход рентгеновского аппарата	мГр × м ² / (мА × с)
	Экспозиция	мАс	Проекция облучения	-	Входная доза на поверхности молочной железы	мГр
	Толщина суммарной фильтрации рентгеновского пучка	мм Мо и/или Rh/Pd/W	Размер поля облучения	см × см		
			Расстояние «источник-приемник» (РИП)	см		
Компьютерная томография	Для каждой фазы сканирования					
	Режим сканирования		Количество фаз		Total mAs	мАс
	Напряжение	кВ	Длина сканирования	см	CTDI для каждой фазы – CTDI _{натив} /CTDI _{артер} /CTDI _{вен} /...	мГр
	Коллимация	мм			Total DLP	мГр·см
	Шаг/Питч	мм				
	Метод реконструкции					
	Толщина среза первой реконструкции	мм				
	Без систем автоматической модуляции силы тока					
Экспозиция	мАс					
С системами автоматической модуляции силы тока						

Продолжение таблицы Б. 1

Метод лучевой диагностики	Физико-технические параметры		Геометрия облучения пациента		Дозовые величины	
	Параметр	Единица измерения	Параметр	Единица измерения	Величина	Единица измерения
	Siemens (Care Dose)					
	Уровень снижения mA	mA				
	Уровень повышения mA	mA				
	Ref. mAs	мAc				
	Philips (Z-DOM, DoseRight)					
	Base mAs (Z-DOM)	мAc				
	DRI (DoseRight)					
	Toshiba / Canon (Sure Exposure)					
	SD					
	min mA -max mA	mA				
	GE (Auto mA)					
	Noise index (NI)					
	min mA -max mA	mA				
	Smart mA – on/off					
Интервенционные и рентгенохирургические исследования	Анодное напряжение	кВ	Анатомическая область исследования	-	Произведение дозы на площадь	сГр×см ² мкГр×м ²
	Толщина суммарной фильтрации рентгеновского пучка	мм Al и/или Cu и т.п.	Диаметр поля на приемнике во время процедуры, см	см	Радиационный выход рентгеновского аппарата	мГр х м ² /(mA x c)
	Частота съемки при рентгенографии	Кадров/с	Расстояние «источник–приемник» (РИП)	см	Входная доза,	Гр
	Время работы трубки в режиме рентгеноскопии	мин	Расположение рентгеновской трубки	над/под столом		
	Количество сделанных снимков		Прочее			
	Прочее					
Радионуклидная диагностика	РФП	название	Способ введения РФП*		Активность	МБк

СХЕМА УСТАНОВКИ РЕФЕРЕНТНОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО УРОВНЯ



**ПРИМЕРЫ РЕФЕРЕНТНЫХ УРОВНЕЙ DLP (МГР·СМ)
И STDІ (МГР) ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ
ТОМОГРАФИИ ПАЦИЕНТАМ СТАРШЕ 18 ЛЕТ**

Таблица Г.1 – Примеры референтных уровней DLP (мГр·см) при проведении компьютерной томографии пациентам старше 18 лет

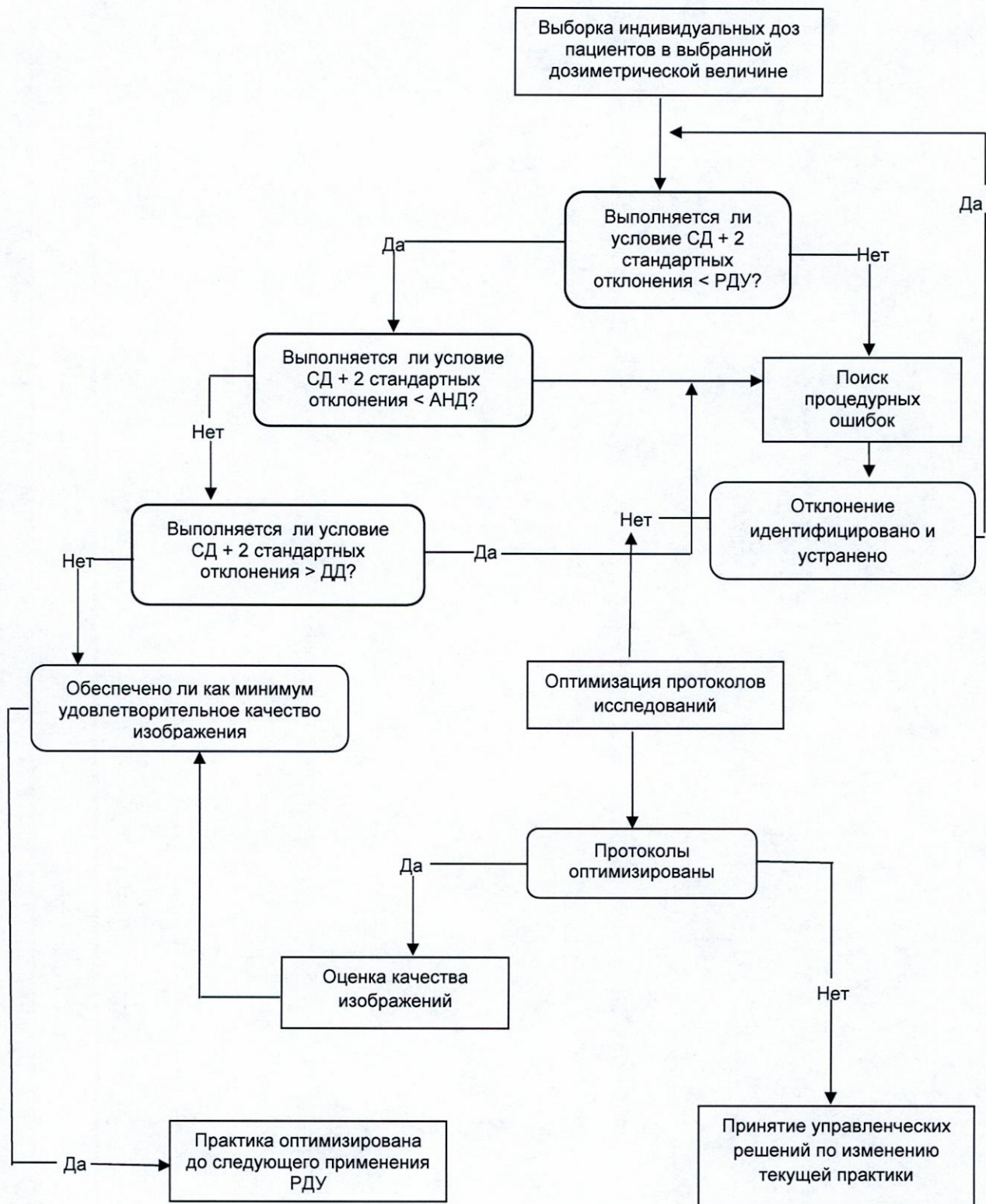
Область КТ-сканирования	ICR87 EUR 16262	Австралия	Санкт- Петербург	Белгород	РДУ г. Москвы*
Голова	1050	1000	1200	1350	1388
Височные кости	360				438
Органы грудной клетки	650	450	700	500	375
Органы брюшной полости	780	700	1200	1350	993
Органы брюшной полости с контрастом	-	-	2250	2700	2389
Малый таз	570	1200	900	1550	1058
Шея	520	600	400	850	404
Шея (позвоночник)					323

Таблица Г.2 – Примеры референтных уровней STDІ (мГр) при проведении компьютерной томографии пациентам старше 18 лет

Область КТ-сканирования*	ICR87 EUR 16262	ACR	Австралия 2015	Санкт- Петербург	Белгород	РДУ г. Москвы*
Голова	60	75	60	50	75	66
Височные кости	35	-				27
Органы грудной клетки	30	-	15	20	20	13
Органы брюшной полости	35	25	15	35	85	21
Органы брюшной полости с контрастом	-	-	-	95	330	-
Малый таз	35	-	30	40	60	31
Шея	25	-	30	25	55	21

* РДУ, установленные по показаниям 30 городских клинических больниц Департамента здравоохранения г. Москвы

СХЕМА ПРИМЕНЕНИЯ РЕФЕРЕНТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ



Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»

Выпуск 86

Составители:

*Лантух Зоя Александровна
Дружинина Юлия Владимировна
Водоватов Александр Валерьевич
Морозов Сергей Павлович
Рыжов Сергей Анатольевич
Соколов Егор Николаевич
Шатёнок Мария Петровна
Чипига Лариса Александровна
Толкачев Кирилл Владимирович*

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ РЕФЕРЕНТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ
УРОВНЕЙ ДЛЯ ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ В ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ**

Методические рекомендации

Отдел координации научной деятельности ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Руководитель отдела О.В. Омелянская

Технический редактор А.И. Овчарова

Компьютерная верстка Е.Д. Бугаенко

ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

127051, г. Москва, ул. Петровка, д. 24

Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»

Выпуск 86

Составители:

*Лантух Зоя Александровна
Дружинина Юлия Владимировна
Водоватов Александр Валерьевич
Морозов Сергей Павлович
Рыжов Сергей Анатольевич
Соколов Егор Николаевич
Шатёнок Мария Петровна
Чипига Лариса Александровна
Толкачев Кирилл Владимирович*

**ПРИМЕНЕНИЕ РЕФЕРЕНТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ДЛЯ
ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ В ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ**

Методические рекомендации

Отдел координации научной деятельности ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Руководитель отдела О.В. Омелянская
Технический редактор А.И. Овчарова
Компьютерная верстка Е.Д. Бугаенко

ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»
127051, г. Москва, ул. Петровка, д. 24