

## РАЗРАБОТКА ГЛОССАРИЯ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ ПО МЕДИЦИНСКОЙ РАДИОЛОГИИ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Б.Я. Наркевич<sup>1,2</sup>, А.Н. Моисеев<sup>2,3</sup>, С.А. Рыжов<sup>2,4</sup>**

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; Россия, 115478, Москва, Каширское шоссе, 24

<sup>2</sup> Общероссийский союз общественных организаций «Ассоциация медицинских физиков России»; Россия, 115478. Москва, Каширское шоссе, 23

<sup>3</sup> ООО «МедСкан», Москва

<sup>4</sup> Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

Контакты: Наркевич Борис Ярославович, narvik@yandex.ru

**Ключевые слова:** медицинская радиология, радиационная безопасность, терминология, глоссарий

**Для цитирования:** Наркевич Б.Я., Моисеев А.Н., Рыжов С.А. Разработка глоссария терминов и понятий по медицинской радиологии и радиационной безопасности. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2020;3(4):71-85.

DOI: 10.37174/2587-7593-2020-3-4-71-85

### Окончание глоссария

(начало: Онкологический журнал. 2020;3(2):71-98

продолжение: Онкологический журнал. 2020;3(3):54-74)

**403. Санпропускник** (Sanitary inspection room) — комплекс помещений подразделения ядерной медицины, предназначенных для смены одежды, обуви, санитарной обработки пациентов и персонала, контроля радиоактивного загрязнения (см.) кожных покровов, средств индивидуальной защиты, специальной и личной одежды пациентов и персонала.

**404. Связанная с пациентом (индивидуализированная) гарантия качества** (Patient specific QA) — ряд процедур гарантии качества (см.), выполняемых с целью минимизации ошибок при оконтуривании, планировании, доставке дозы и т.д. для конкретного пациента.

**405. Сглаживание данных** (Data smoothing) — операция в компьютерной обработке цифровых изображений, в том числе и медицинских, которая включает в себя распространение значений от одного выбранного пиксела по соседним пикселям. Эффект такого усреднения уменьшает статистический шум, но ухуд-

шает разрешение изображения. Сглаживание — фактически это операция фильтрации, часто выполняемая с использованием свертки.

**406. Сегментация** (Segmentation) — 1) в лучевой диагностике, ядерной медицине и лучевой терапии — процесс оконтуривания конкретной анатомической структуры на одном изображении или на последовательности срезов, полученных методами медицинской визуализации (см.), может быть ручным / полуавтоматическим / автоматическим; 2) в лучевой терапии — процесс расчета траекторий движения лепестков многолепесткового коллиматора (см.), соответствующих требуемой карте распределения флюенса.

**407. Селектор совпадений** (Coincidence selector) — временной селектор с двумя или более входами, предназначенный для получения сигнала на его выходе только тогда, когда импульсы поступают на все его входы в пределах установленного малого интервала времени. Используется в ПЭТ-сканерах (см.).

**408. Сжатие данных** (Data compression) — математические алгоритмы, которые по-

- зволяют существенно уменьшить размер файла данных, в том числе и медицинских изображений. Сжатие может быть без потерь, если исходная информация не теряется при восстановлении исходного набора данных, или с потерями, когда часть исходной информации отбрасывается. Сжатие без потерь обычно может уменьшить размер файла в три раза. Этот коэффициент может быть значительно выше при сжатии с потерями. Наиболее часто применяется при обработке, архивировании и хранении рентгеновских изображений.
409. **Сила воздушной кермы** (Air kerma strength) — используемая в расчете дозовых распределений в брахитерапии (см.) в соответствии с протоколом ААРМ TG-43 индивидуальная характеристика закрытого радионуклидного источника. Определяется как значение мощности кермы в воздухе (см.) на некотором расстоянии от источника с учетом вклада от фотонов с энергиями, превышающими энергию отсечки, умноженное на квадрат этого расстояния.
410. **Синограмма** (Synogram) — двумерное распределение одномерных проекций слоя объекта как функция угла проекции. Угол проекции расположен по оси ординат. Линейная проекция расположена по оси абсцисс. [ГОСТ Р МЭК/ТО 61948-2-2008]. Используются для реконструкции изображений при ПЭТ/ОФЭКТ/КТ (см.). В технике томотерапии (см.) — распределение проекций флюенса (см.) фотонов источника в том же контексте.
411. **Синхронизация по кардиальному циклу** (Cardiac gating) — технология формирования скинтиграфических изображений миокарда исключительно в одной и той же фазе кардиального цикла. Реализуется путем передачи управляющего сигнала от R-зубца электрокардиограммы через временной селектор на регистрирующий канал гамма-камеры.
412. **Синхротрон** (Synchrotron) — ускоритель, в котором частицы фокусируются возрастающим магнитным полем на приблизительно круговой орбите. Ускорение достигается многократным прохождением одной и той же орбиты под действием электрического поля, создаваемого высокочастотным генератором. В медицине используется для лучевой терапии пучками протонов и легких ионов, а также как генератор синхротронного излучения.
413. **Системная чувствительность гамма-камеры** (Gamma camera system sensitivity) — отношение скорости счета, регистрируемой детектором гамма-камеры (см.) с определенным коллиматором в определенном окне анализатора амплитуд импульсов (см.), к активности плоского радионуклидного источника определенных размеров, расположенного перпендикулярно к оси коллиматора на определенном расстоянии от него.
414. **Слой половинного ослабления** — СПО (Half value layer — HVL) — толщина материала-поглотителя, требуемая для снижения мощности флюенса (см.) проходящего через него излучения в 2 раза.
415. **Совмещение изображений** (Image fusion) — см. регистрация изображений.
416. **Спектрометр излучения человека** — СИЧ (Human radiation spectrometer) — работающая в спектрометрическом режиме радиометрическая установка, предназначенная: для идентификации гамма-излучающих радионуклидов, инкорпорированных в отдельном органе или во всем теле человека а также для определения активности радионуклидов, находящихся в теле человека.
417. **Спецификация** (Specification) — документ, содержащий требования, предъявляемые к материалам и продуктам, используемым или получаемым при производстве лекарственных средств (например, радиофармпрепаратов), являющийся основой для оценки их качества, а также требования, предъявляемые к оборудованию и материалам, используемым в лучевой диагностике, ядерной медицине и лучевой терапии.
418. **Средства радиационной защиты индивидуальные** (Individual radiation

- protection means) — надеваемые на тело человека средства защиты от наружного облучения, от поступления радиоактивных веществ внутрь организма и от радиоактивного загрязнения кожных покровов, личной одежды и обуви.
419. **Средства радиационной защиты стационарные** (Stationary radiation protection equipment) — строительные конструкции и защитное оборудование, предназначенные для защиты персонала и пациентов от наружного облучения и от поступления радиоактивных веществ внутрь организма.
420. **Стадирование** (Staging) — оценка стадии распространения опухоли. Как правило, проводится несколько исследований для установления трех факторов. Первый из них — это количественная оценка размеров и формы первичного ракового поражения. Второй — это установление того, связано ли данное раковое поражение с находящимися рядом лимфатическими узлами. Третий — это проверка того, распространилось ли раковое поражение через кровотоки на другие части тела. На основе этой информации определяется стадия заболевания у онкологических больных. Это помогает определить оптимальный курс лечения и спрогнозировать реакцию организма на лечение. Для каждого вида рака существует своя система стадирования.
421. **Стандарт цифровых изображений и коммуникаций в медицине — DICOM** (Digital Imaging and Communications in Medicine — DICOM) — компьютерный стандарт для управления информацией (включая изображения) в медицинской визуализации. Стандарт DICOM основан на отраслевых стандартах, таких как сетевой протокол TCP / IP. Стандарт DICOM был разработан для широкого спектра систем обработки изображений ([www.dicom.nema.org](http://www.dicom.nema.org)), но чаще всего используется в медицине.
422. **Стандартизованный показатель накопления (в ПЭТ)** (Standard Uptake Value — SUV) — основной количественный параметр, используемый в ПЭТ (см.) для оценки биологической активности опухолей. Определяется как отношение удельного накопления позитронно-излучающего радиофармпрепарата (см.) в опухолевом очаге (кБк/мл) к введенной в организм пациента активности (кБк), нормированной на объем ее разведения во всем теле (мл). Предполагая, что средняя плотность тканей тела пациента составляет 1 г/мл, указанное нормирование производят на величину массы тела пациента. При равномерном распределении радиофармпрепарата по всему телу пациента  $SUV = 1$ , тогда как при накоплении радиофармпрепарата в патологическом очаге  $SUV > 1$ .
423. **Станция спецочистки жидких радиоактивных отходов** (Station for special treatment of liquid radioactive waste) — совокупность помещений и оборудования подразделения радионуклидной терапии и (или) ПЭТ-центра, предназначенных для накопления, выдержки на распад и/или физико-химической очистки и последующего удаления жидких радиоактивных отходов (см.), поступающих из «активных» палат и других рабочих помещений подразделения радионуклидной терапии, а также из радиохимической лаборатории ПЭТ-центра.
424. **Стент** (Stent) — устройство, помещаемое в полостную анатомическую структуру тела человека, такую как кровеносный сосуд или желудочно-кишечный тракт, для поддержки стенок этой структуры и сохранения в ней просвета. Интервенционно-радиологическая процедура постановки стента проводится под рентгеновским или ультразвуковым контролем.
425. **Степень модуляции** (Modulation factor) — отношение суммарного количества мониторинговых единиц (см.) в плане лечения к номинальному с учетом «цены» одной мониторинговой единицы (как правило,  $100 \text{ ME} \approx 1 \text{ Гр}$  в референсных условиях).
426. **Стереотаксическая лучевая терапия** (Stereotactic radiation therapy, SRT) — дистанционная лучевая терапия с большой

- разовой дозой за фракцию и небольшим (1–5) количеством фракций. Доза должна быть доставлена с очень высокой точностью (прецизионно). Термин (особенно в нотации SBRT или SABR), как правило, применяется к экстракраниальным мишеням, для интракраниальных же используют термин «стереотаксическая радиохирurgia» (см.), хотя граница между ними условна.
427. **Стереотаксическая радиохирurgia** (Stereotactic radiosurgery, SRS) — частный случай стереотаксической лучевой терапии (см.). Ранее этот термин означал однократное облучение большой дозой внутричерепных патологий с разных направлений и вводился как равноценная замена нейрохирургического лечения новым методом дистанционной лучевой терапии. Теперь в большинстве работ используется именно в этой трактовке, но независимо от количества фракций. Никакого отношения к классической хирургии термин не имеет. Терминоэлемент «стереотаксическая» является более употребительным, чем физически более правильный терминоэлемент «стереотаксическая».
428. **Структура** (Structure) — в лучевой терапии это объект в трехмерном пространстве, информация о границах которого получена методами медицинской визуализации (см.). Может быть как отражением реально существующих объектов (например, объем опухоли или критического органа), так и геометрическими абстракциями (например, PTV/PRV). Как правило, несколько структур объединяются в наборы структур (см.)
429. **Сфера МКРЕ** (ICRU sphere) — сфера диаметром 30 см из тканеэквивалентного материала (см.) с плотностью 1 г/см<sup>3</sup> и массовым составом 76,2 % кислорода, 11,1 % углерода, 10,1 % водорода и 2,6 % азота. Сфера МКРЕ используется в качестве эталонного фантома при определении амбиентного (см.) и индивидуального (см.) эквивалента дозы.
430. **Сцинтилляция** (Scintillation) — люминесценция (см.) короткой продолжительности (порядка нескольких микросекунд или менее), вызываемая ионизирующим излучением.
431. **Сцинтиграфия** (Scintigraphy) — выполняемая на гамма-камере (см.) со сцинтилляционным детектором диагностическая процедура визуализации проекционных планарных изображений пространственного распределения радиофармпрепарата (см.) в теле пациента (статическая сцинтиграфия) или регистрации временных характеристик неустановившегося процесса пространственно-временного транспорта радиофармпрепарата в теле пациента (динамическая сцинтиграфия). С физической точки зрения термин «сцинтиграфия» неточный, поскольку детектор гамма-камеры может быть не только сцинтилляционным, но и полупроводниковым, газовым и т.п.; в этом случае лучше использовать термин «гамма-топография».
432. **Таргетная терапия** (Targeted therapy) — современная терапия онкологических заболеваний с использованием препаратов молекулярно-направленного действия на компоненты опухоли (белки, рецепторы, гены), имеющие «критическое» значение для развития новообразования, в том числе и с радиофармпрепаратами.
433. **Твердая вода** (Solid water) — органический материал (пластик), который имеет электронную плотность и радиационные характеристики поглощения излучения, схожие с таковыми у воды при нормальных условиях. Иногда этот термин свободно используется для описания других аналогичных коммерческих продуктов (пластиковая вода, белая вода и т.д.).
434. **Телемедицина** (Telemedicine) — использование телекоммуникаций и информационных технологий для оказания медицинской помощи на расстоянии. Часто классифицируется по критерию медицинской дисциплины, например телепатология, телерадиология и т. д. Для этого требуется как минимум три компонента:

- передающая станция, сеть и приемная станция.
435. **Тераностика** (Theranostics) — новый медицинский подход для комплексного решения задач диагностики (...стика) и терапии (тера...) с использованием одного и того же нерадиоактивного фармацевтического соединения (или их одинаковых по биоэквивалентности версий), но меченного разными радионуклидами для диагностики и терапии.
436. **Термолюминесценция** (Thermoluminescence) — люминесценция (см.), которая возникает при нагревании предварительно облученного вещества.
437. **Тканеэквивалентный материал** (Tissue equivalent material) — материал, который поглощает и рассеивает данное ионизирующее излучение в той же степени, что и конкретная биологическая ткань.
438. **Томография** (Tomography) — метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта посредством его многократного просвечивания в различных пересекающихся направлениях. Источник просвечивающего излучения может находиться как вне исследуемого объекта (рентгеновская КТ — см.), так и внутри него (ОФЭКТ, ПЭТ — см.).
439. **Томотерапия** (Tomotherapy) — метод лучевой терапии, при котором источник (линейный ускоритель) расположен на гантри (см.) аналогично рентгеновской трубке в компьютерном томографе, а при облучении стол с пациентом перемещается поступательно аналогично спиральной КТ. Такое облучение подразумевает наличие высокоскоростного (время полного открытия/закрытия створок много меньше 1 с) многолепесткового (многопластинчатого) коллиматора (см.).
440. **Тормозная способность** (Radiation stopping power) — линейная тормозная способность  $S$  — это отношение средней энергии  $dE_{cp}$ , теряемой заряженной частицей в веществе при взаимодействии с ним на единице длины  $dl$  ее пути:  $S = dE_{cp} / dl$ . При высоких энергиях заряженных частиц (начало пути) потери происходят за счет эффекта поляризации, при средней энергии — за счет ионизации атомов вещества и эмиссии тормозного излучения (середина пути), при низких энергиях — за счет захвата электронов среды (окончание пути).
441. **Тормозное излучение** (Bremsstrahlung) — электромагнитное (фотонное) излучение с непрерывным энергетическим спектром, возникающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц. В рентгеновском диапазоне энергий фотонов его называют рентгеновским излучением (см.).
442. **Точность** (Accuracy) — в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 для описания точности метода измерений используются два термина: «правильность» и «прецизионность» (см.). Термин «правильность» характеризует степень близости среднего арифметического значения большого числа результатов измерений к истинному или принятому опорному значению. Показателем правильности обычно является значение систематической погрешности (см.), а показателем прецизионности является воспроизводимость (или случайность) результатов измерений, то есть значение неопределенности (см.) измерений. Использовать термин «точность» следует с особой осторожностью. Например, фраза «определение дозы облучения с точностью 5 %» является ошибочной по существу. Здесь надо говорить «измерение дозы облучения с неопределенностью 5 %».
443. **Трейсер** (Tracer) — радионуклид или меченое им соединение для отслеживания его пространственно-временного распределения или пути в физическом, химическом или метаболическом процессе, происходящем в организме. Является частным случаем более общего понятия «радиофармпрепарат» (см.). Транслитерированный перевод «трейсер» не отвечает нормам русского литературного языка.
444. **Тропность (аффинитет)** (Affinity) — важнейшее свойство радиофармпрепаратов (см.), характеризующее степень его срод-

- ства к специфическим тканям (опухолевым — туморотропность, костным — остеотропность и т.д.).
445. **Угол наклона анода** (Anode angle) — угол между направлением электронного пучка в рентгеновской трубке (см.) и нормалью к поверхности анода.
446. **Условный человек** (Reference man, Standard man) — идеализированная модель человека европеоидной расы с референсными анатомическими и физиологическими характеристиками, определенными МКРЗ для целей радиационной защиты у восьми возрастнополовых групп: новорождённого; годовалого младенца; пятилетнего ребенка; десятилетнего ребенка; пятнадцатилетних подростков мужского и женского пола; взрослых мужчины и женщины. При этом используются усредненные значения эквивалентных доз в органах/тканях для мужского и женского организма одного возраста и средние значения взвешивающих коэффициентов для этих органов/тканей без учета половых и возрастных различий. Модель условного человека предназначена для вычисления эффективной дозы внутреннего облучения при радионуклидной диагностике *in vivo* (см.), а также для оценки пространственного распределения поглощенной дозы в теле пациента при лучевой терапии (см.). Дополнительно отметим, что *reference* нельзя переводить как «референтный», поскольку такое прилагательное обозначает принадлежность не к эталону, а к референту, т.е. к человеку определенной профессии; кроме того, в этом слове буква «t» отсутствует.
447. **Фармакодинамика** (Pharmacodynamics) — раздел фармакологии, в том числе и радиофармакологии (см.), изучающий локализацию, механизм действия и фармакологические эффекты диагностических и терапевтических лекарственных средств, силу и длительность их воздействия.
448. **Фармакокинетика** (Pharmacokinetics) — раздел фармакологии, изучающий кинетические закономерности химических и биологических процессов, происходящих с лекарственным средством в организме животного или человека. В случае радиофармакологии (см.) — изучение количественных распределений радиофармацевтического соединения в органах и тканях экспериментальных животных по шкале времени в фазе доклинических испытаний радиофармпрепарата (см.).
449. **Фасовочная** (Packing room) — помещение, предназначенное для выполнения технологических процедур приготовления радиофармпрепаратов (см.), их фасовки и подготовки к введению в организм пациента, в том числе и процедур с радионуклидными генераторами (см.).
450. **Фильтр рентгеновского излучения** (X-ray filter) — совокупность поглощающих сред, предназначенных для ослабления потока рентгеновского излучения и изменения его спектрального состава.
451. **Флюенс** (Fluence) — в случае пучка частиц это отношение числа частиц  $dN$ , пересекших перпендикулярную пучку элементарную площадку  $dS$  за данный промежуток времени, к площади этой площадки. В случае диффузного поля частиц, флюенс в точке определяется как отношение числа частиц, проникших в элементарную сферу с центром в этой точке, к площади поперечного сечения этой сферы  $\Phi = dN/dS$ . Единицы измерения —  $m^{-2}$ . Величина  $1 m^{-2}$  — такой флюенс, при котором в объем сферы с площадью поперечного сечения  $1 m^2$  попадает одна частица.
452. **Флюоресценция** (Fluorescence) — люминесценция (см.), которая имеет место только во время облучения.
453. **Фон ионизирующего излучения** (Ionizing radiation background) — ионизирующее излучение, состоящее из природного радиационного фона и ионизирующего излучения от посторонних источников излучения, не являющихся объектом детектирования или измерения (лабораторный фон).

454. **Фотоядерная реакция** (Photonuclear reaction) — ядерная реакция, имеющая место при взаимодействии фотона с атомным ядром и сопровождающаяся обычно испусканием ядерного излучения (протоны, альфа-частицы и т.п.).
455. **Фотоэффект** (Photo effect) — явление высвобождения электронов вещества под действием электромагнитного излучения. Наиболее часто при воздействии гамма-излучения высвобождается электрон с атомной оболочки, ближайшей к ядру атома. Характеризуется сложной зависимостью от энергии фотонного излучения, а также от эффективного атомного номера (см.) и плотности облучаемого материала.
456. **Функция передачи модуляции** — ФПМ (Modulation transfer function — MTF) — Частотно-контрастная характеристика системы медицинской визуализации (см.), которая представляет собой безразмерную величину, определяемую как отношение величины контраста изображения, получаемого с помощью системы визуализации, к контрасту соответствующей области оригинала воспроизводимого объекта. Значение ФПМ зависит от пространственной частоты деталей оригинала: чем больше частота, тем ниже ФПМ. Поэтому частотно-контрастной характеристикой называют также график зависимости ФПМ от пространственной частоты, измеренный с помощью некоторого стандартного тест-объекта.
457. **Функция линейного источника гамма-камеры** (Line spread function — LSF) — скинтиграфическое планарное изображение неколлимированного линейного радионуклидного источника, расположенного на определенном расстоянии от коллиматора гамма-камеры.
458. **Хелатирующий агент** (Chelating agent) — соединение, связанное с ионами металла более чем одной координационной ковалентной связью.
459. **Хранилище радиоактивных отходов** (Radioactive waste storage) — помещение, предназначенное для хранения твердых и жидких радиоактивных отходов (см.) с целью их выдержки на радиоактивный распад и (или) их накопления для последующего централизованного удаления.
460. **Хранилище радиофармпрепаратов** (Radiopharmaceutical Storage) — помещение, предназначенное для временного хранения поступивших в готовом для введения виде и приготовленных в лаборатории радиофармпрепаратов (см.) в те интервалы времени, когда с ними не производятся работы.
461. **Хроматография** (Chromatography) — метод анализа и разделения смесей веществ, основанный на регистрации различий в распределениях компонентов смеси между подвижной (газ, жидкость) и неподвижной (твердый сорбент) фазой. В радионуклидной диагностике используют метод гамма-хроматографии, в котором анализ смесей веществ производится по спектру гамма-излучения исследуемых компонент смеси.
462. **Центр вращения** (Centre of rotation) — точка, которая должна соответствовать точному центру, вокруг которого вращаются детекторные головки ОФЭКТ-сканера (см.). Эта точка должна точно соответствовать центру каждого изображения в направлении, соответствующем каждому углу расположения детекторов. Если центр матрицы проекции не соответствует физическому центру вращения коллимированного детектора, произойдет потеря пространственного разрешения (см.) в восстановленных изображениях. Эта ошибка называется смещением центра вращения.
463. **Циклотрон** (Cyclotron) — циклический ускоритель нерелятивистских тяжелых заряженных частиц (протонов, ионов), в котором частицы двигаются в постоянном однородном магнитном поле, а для их ускорения используется высокочастотное электрическое поле фиксированной частоты. В ядерной медицине используется для наработки радионуклидов, в том числе и позитронно-излучающих радионуклидов. В лучевой терапии

- используется для облучения пациентов пучками протонов и легких ионов.
464. **Циклотронно-радиохимический (производственный) блок (комплекс)** (Cyclotron-radiochemical (production) block (complex)) — специализированное подразделение, предназначенное для производства позитронно-излучающих радионуклидов и меченных ими радиофармпрепаратов с контролем качества (см.) последних. Должен выделяться в составе отделения радионуклидной диагностики (радиологического отделения), либо радиологического центра при наличии производства радиоизотопной продукции.
465. **Цифровая разностная ангиография** (Digital Subtraction Angiography — DSA) — рентгенодиагностическое исследование кровеносных сосудов с внутривенным введением рентгеноконтрастного вещества и с последующей компьютерной обработкой в виде получения серии разностных изображений исследуемого участка тела пациента без и с рентгеноконтрастным веществом.
466. **Цифровая рентгенография** (Digital radiography) — технология лучевой диагностики, при которой проекционное изображение анатомических структур, полученное с помощью рентгеновского излучения, обрабатывается цифровым способом.
467. **«Чистые» помещения** (Clean rooms) — помещения, в которых счетная концентрация аэрозольных частиц и концентрация жизнеспособных микроорганизмов в воздушной среде поддерживается в пределах не выше заданных в соответствии с требованиями нормативной документации.
468. **Чувствительность детектора** (Detector sensitivity, Detector response) — отношение числа регистрируемых детектором событий в единицу времени к скорости эмиссии (активности) радионуклидного источника (функция отклика детектора). МАГАТЭ предлагает более общую формулировку: «Отношение между показаниями средства измерения и истинным значением измеряемой величины при расположении детектора в контрольной точке пространства. Отклик детектора в стандартных условиях является обратной величиной калибровочного коэффициента».
469. **Шифрование данных** (Data encryption) — математические алгоритмы, которые позволяют преобразовать информацию, которая читается любым пользователем, в такую информацию, которая доступна только тем пользователям, которые обладают специальными знаниями (часто называемыми ключом или шифром). Шифрование используется для обеспечения защиты конфиденциальных данных, таких как записи пациентов и медицинские изображения. Существует широкий спектр стандартов шифрования с различными уровнями безопасности.
470. **Шкала серого** (Gray scale) — контрольное изображение равномерного ряда оптических плотностей нейтрально-серых полей, предназначенное для оценки и измерений качества тонопередачи при медицинской визуализации (см.). В компьютерном представлении широко распространённая серая шкала использует на каждый пиксел изображения один байт (8 бит) информации. Такая шкала передаёт 256 оттенков (градаций) серого цвета, или яркости (значение 0 представляет чёрный цвет, а значение 255 — белый). Предварительно выделенный участок шкалы серого называется окном оптических плотностей.
471. **Эквивалентная 2 Гр квадратичная доза** (EQD2 — см.) — суммарная поглощенная доза при стандартном фракционировании (2 Гр/фракция), эффект от которой эквивалентен рассматриваемому режиму фракционирования облучения в рамках линейно-квадратичной модели (см.). Во избежание путаницы её значение выражается не в единицах Гр, а в единицах  $\text{изоГр}$ . Частный случай биологически эквивалентной дозы (см.).
472. **Эквивалентная по шуму скорость счета** (Noise-equivalent counting rate) — отно-

- шение скорости счета истинных совпадений к общей скорости счета, регистрируемых детекторной сборкой ПЭТ-сканера (см.).
473. **Экспозиция** (Exposure) — в радиологическом словаре ГОСТ Р МЭК 60050-881-2008 (глава 881) экспозиция означает только случайное или целенаправленное попадание излучения на биологический объект. Однако в рентгенологии экспозиция означает также произведение анодного тока и времени его протекания в рентгеновской трубке (см.) и измеряется в единицах мАс.
474. **Электромагнитная совместимость** (Electromagnetic compatibility) — способность оборудования, приборов или системы удовлетворительно функционировать в электромагнитном окружении, не создавая недопустимых электромагнитных помех для чего-либо в этом окружении.
475. **Электромагнитное излучение** (Electromagnetic radiation) — волновой процесс или распространяющееся в пространстве и времени возмущение электромагнитного поля. По умолчанию подразумевается, что речь идет о частотном диапазоне неионизирующего излучения.
476. **Электронная плотность** (Electron density) — количество электронов на единицу объема облучаемой среды, а относительная электронная плотность — это электронная плотность конкретной среды, деленная на электронную плотность воды. Данная величина требуется для расчета дозы при лучевой терапии и обычно вычисляется по данным рентгеновской КТ, выраженных в единицах Хаунсфилда (см.).
477. **Электронвольт** (Electron volt) — энергия, приобретаемая электроном при прохождении им разности потенциалов 1 вольт. В медицинской радиологии является основной единицей энергии фотонного излучения и заряженных частиц. Обозначается как эВ (eV).
478. **Электронное равновесие** (Electron equilibrium) — условие, при котором суммарная кинетическая энергия всех электронов, входящих в элементарный объем, равна суммарной кинетической энергии электронов, покидающих его.
479. **Электронный захват** (Electron capture) — вид радиоактивного распада протонно-избыточных ядер, при котором орбитальный электрон захватывается ядром с последующей эмиссией характеристического излучения и нейтрино.
480. **Элюат** (Eluate) — раствор дочернего радионуклида, освобождаемый из сорбента под воздействием элюента (см.) в радионуклидном генераторе (см.).
481. **Элюент** (Eluate) — нерадиоактивный раствор, предназначенный для вымывания из сорбента радиоактивного элюата (см.) в радионуклидном генераторе (см.).
482. **Энергетический канал (окно)** (Energy window) — ограниченный сверху и снизу диапазон энергий фотонов, в котором производится регистрация импульсов детектором, работающим в спектротрическом режиме (см. окно анализатора импульсов). Все попадающие на детектор фотоны с энергиями за пределами этого окна не регистрируются. Для выбора границ энергетического канала используют анализатор амплитуд импульсов (см.).
483. **Энергетическое разрешение** (Energy resolution) — способность детектора отдельно регистрировать близкие по энергетическому спектру линии. Разрешение спектротрического детектора определяют по аппаратурному спектру на выходе детектора. Численно энергетическое разрешение, выраженное в процентах, характеризуют отношением ширины пика (как правило, фотопика) в спектре от моноэнергетического источника на половине высоты пика к энергии излучения этого источника.
484. **Эталонная мощность воздушной кермы** (Reference air kerma rate) — мощность воздушной кермы (см.) от источника излучения в воздухе на референсном расстоянии 1 м, с поправкой на ослабление и рассеяние излучения в воздухе. Эта величина выражается в  $\text{мГр} \cdot \text{ч}^{-1}$  на 1 м.

485. **Эффект внутренней конверсии** (Internal conversion) — испускание электрона из атома за счет выделения энергии его возбужденного ядра.
486. **Эффект детерминированный** (Deterministic effect) — клинически выявляемый пороговый вредный радиобиологический эффект (тканевая реакция), вызванный ионизирующим излучением, тяжесть проявления которого возрастает с увеличением дозы.
487. **Эффект захвата орбитального электрона** (Orbital electron capture) — возвращение в основное состояние атома, у которого был избыток электронов на внутренних оболочках, путем испускания одного или более электронов с внешних оболочек.
488. **Эффект наложения импульсов** (Impulse effect) — ложное измерение амплитуды импульса при их регистрации от детектора гамма-камеры (см.) из-за поглощения двух или более гамма-квантов, достигающих радиационного детектора в пределах временного разрешения электронного тракта гамма-камеры. Данный эффект приводит к формированию ошибочного адреса точки расположения акта поглощения гамма-квантов в сцинтилляционном детекторе.
489. **Эффект образования пар** (Pair production) — одновременное образование позитрона и электрона в результате взаимодействия фотона, обладающего достаточной энергией, с полем атомного ядра.
490. **Эффект Оже** (Auger effect) — возвращение в основное энергетическое состояние атома, у которого был избыток электронов на внутренних оболочках, путем испускания одного или более электронов с внешних оболочек.
491. **Эффект свидетеля** (Bystander effect) — радиобиологический эффект, заключающийся в передаче радиационно-индуцированных сигналов от облученных клеток необлученным. Последние являются как бы воспринимающими «свидетелями» облучения. Помимо проявления «эффекта свидетеля» в экспериментах *in vitro*, есть некое подобие феномена и *in vivo* — так называемый *abscopal effect*, когда в результате облучения основного очага при лучевой терапии происходит резорбция отдаленных метастазов (см.), не находившихся непосредственно в облучаемой области.
492. **Эффект стохастический** (Stochastic effect) — вероятностный соматический или наследственный радиационно-индуцированный вредный радиобиологический эффект, не имеющий дозового порога возникновения, однако вероятность возникновения которого пропорциональна дозе и для которого тяжесть проявления не зависит от дозы.
493. **Эффект частичного объема** (Partial volume effect) — несоответствие распределения активности в реконструированных изображениях малоразмерных объектов распределению фактической активности радиофармпрепарата в этих объектах, возникающее вследствие недостаточного пространственного разрешения (см.) используемого детектора различных средств медицинской визуализации (см.).
494. **Эффект ядерного изомерного перехода** (Nuclear isomeric transition) — спонтанный (радиоактивный) переход из изомерного (см.) состояния в другое энергетическое состояние с испусканием гамма-кванта или конверсионного электрона.
495. **Эффективный атомный номер** (Effective atomic number) — средневзвешенное значение атомных номеров (числа протонов в ядре) компонентов материала. «Взвешивание» может быть проведено разным способом в зависимости от представляющего интерес взаимодействия, например для фотоэффекта (см.) или тормозного излучения (см.).
496. **Ядерная медицина** (Nuclear medicine) — один из разделов медицинской радиологии (см.). Представляет собой совокупность материалов и препаратов, инструментария и методов радиону-

- клюдной диагностики *in vivo*, в том числе и ПЭТ, радионуклидной диагностики *in vitro* и радионуклидной терапии, а также частично пересекается с интервенционной радиологией в случае использования диагностических и терапевтических радиофармпрепаратов под контролем различных средств медицинской визуализации, чаще всего рентгеновских. Именно такая интерпретация данного термина соответствует общепринятому за рубежом понятию *nuclear medicine*. К сожалению, термин «ядерная медицина» все шире неправомерно используется как в русскоязычных научных публикациях, так даже и в официальных документах, в том числе и федерального уровня. В них авторы ошибочно распространяют сферу его применения на всю медицинскую радиологию в целом, т.е. на лучевую диагностику, лучевую терапию, интервенционную радиологию и на собственно ядерную медицину. При анализе подобных публикаций и документов необходимо тщательно следить за контекстом, чтобы не допускать смысловых ошибок в понимании всего текста.
497. **Ядерная реакция** (Nuclear reaction) — процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, который может сопровождаться изменением состава и строения ядра.
498. **Ядерный реактор** (Nuclear reactor) — установка, предназначенная для проведения управляемой самоподдерживающейся цепной реакции деления ядер урана, в том числе с целью производства электроэнергии и наработки радионуклидов медицинского назначения.
499. **Ядро атома** (Nucleus) — положительно заряженная центральная часть атома, в которой сосредоточена практически вся масса атома. Состоит из протонов и нейтронов (нуклонов).
- Afterloading** — технология загрузки источника излучения после введения аппликатора при контактной лучевой терапии, при реализации которой в полость тела пациента сначала вводят аппликатор, после чего в него вводят закрытый радионуклидный источник. Транслитерированный перевод «афтерлодинг» не рекомендуется, поскольку звук «р» при воспроизведении английского слова *afterloading* не произносится.
501. **ALARA** (As Low As Reasonably Achievable) — «настолько безопасно, насколько это практически достижимо». Концепция ограничения дозы, базирующаяся на принципе минимизации уровней облучения с учетом экономической и социальной целесообразности. Другое определение — принцип оптимизации (см.).
502. **BED** (Biologically Equivalent Dose) — биологически эквивалентная доза (см.).
503. **C-arm** — штатив типа С-дуга в рентгенодиагностических аппаратах для интервенционных радиологических процедур, например, ангиографии или для контроля положения интрататов при внутривенном облучении.
504. **CI** (Conformity index) — индекс конформности (см.).
505. **СТ** (Computed Tomography) — компьютерная томография (рентгеновская) (см. МСКТ).
506. **СВСТ** (Cone Beam Computed Tomography) — компьютерная томография с конусной геометрией пучка излучения.
507. **CRT** (Conformal Radiation Therapy) — конформная лучевая терапия (см.).
508. **CTDI** (Computed Tomography Dose Index) — компьютерно-томографический индекс дозы (см.).
509. **CTV** (Clinical Target Volume) — объем клинический мишени (см.). Он включает объем макроскопический опухоли и ткани, в которых имеется клинически значимая вероятность микроскопической инвазии опухоли.
510. **DVH** (Dose Volume Histogram) — гистограмма доза — объем (ГДО) (см.), может быть дифференциальная (ДГДО) и интегральная (ИГДО) гистограмма. Объём

- представлен в относительных единицах объема рассматриваемой структуры или в абсолютных единицах; аналогично доза может быть представлена в процентах от предписанной или в абсолютных единицах.
511. **EPID** (Electronic Portal Imaging Device) — электронное устройство портальной визуализации (т.е. непосредственно в терапевтическом пучке).
512. **EUD** (Equivalent Uniform Dose) — эквивалент равномерной дозы, используемый для сравнения радиобиологического эффекта в одной и той же опухоли от двух дозовых распределений разной степени неоднородности. Сравнение производится из соображений TCP (см.) в соответствии с распределением Пуассона.
513. **gEUD** (Generalized Equivalent Uniform Dose) — обобщенный эквивалент равномерной дозы, расширение концепции EUD (см.) для нормальных тканей.
514. **GTV** (Gross Tumor Volume) — объем макроскопической опухоли (см. объем опухолевой мишени). Он представляет собой пальпируемый или визуализируемый инструментально объем опухоли. Макроскопический объем может состоять из первичной опухоли, метастазов в лимфатических узлах или других метастазов. Если опухоль непосредственно перед лучевой терапией была удалена радикально, данный объем не вводится.
515. **HDR** (High Dose Rate) — высокая мощность дозы. Пример — HDR-брахитерапия (см.). К сожалению, соответствующая русская общеупотребительная аббревиатура отсутствует.
516. **HI** (Homogeneity index) — индекс гомогенности (см.).
517. **HU** (Hounsfield Units) — единицы Хаунсфилда (см.).
518. **HVL** (Half Value Layer) — слой половинного ослабления (см.).
519. **ICRP** (International Commission on Radiological Protection) — Международная комиссия по радиационной (но не по радиологической!) защите (МКРЗ).
520. **IGRT** (Image Guided Radiation Therapy) — лучевая терапия с контролем по изображениям (ЛТКИ).
521. **IMAT** (Intensity Modulated Arc Therapy) — дуговая лучевая терапия с модуляцией интенсивности (в смысле флюенса, см. IMRT) пучка излучения.
522. **IMRT** (Intensity Modulated Radiation Therapy) — лучевая терапия с модуляцией интенсивности (см.) пучка излучения (ЛТМИ). Если термин «интенсивность» здесь понимать в соответствии с ГОСТ 15484–81 как плотность потока энергии, то нужно помнить, что в практике лучевой терапии подобная модуляция производится путем изменения не энергии пучка излучения, а мощности его флюенса (плотности потока), т.е. числа частиц (фотонов) за единицу времени.
523. **IORT** (IntraOperative Radiation Therapy) — интраоперационная лучевая терапия (ИОЛТ). Доза при ИОЛТ доставляется однократно на ложе непосредственно после удаления опухоли. Как правило, при ИОЛТ используется специализированное оборудование (интраоперационные ускорители электронов, рентгеновские трубки или аппараты для брахитерапии).
524. *In vitro* — технология выполнения экспериментов, когда опыты проводятся «в пробирке» — вне живого организма. В общем смысле этот термин противопоставляется термину *in vivo*.
525. *In vivo* — исследования на живом организме.
526. **IV** (Irradiated Volume) — облучаемый объем. Это объем тканей, к которому подводится доза, которая может считаться клинически значимой для нормальных тканей. Выбор параметров облучения проводится с учетом уровней толерантности окружающих нормальных тканей.
527. **LDR** (Low Dose Rate) — низкая мощность дозы. Пример — LDR-брахитерапия (см.). К сожалению, соответствующая обще-

- употребительная русская аббревиатура отсутствует.
528. **LQM** (Linear-Quadratic Model) — линейно-квадратичная модель (см.) зависимости радиационного эффекта (в частности, выживаемости опухолевых клеток) от дозы.
529. **LSF** (Line Spread Function) — функция линейного источника гамма-камеры (см.).
530. **MIRD Committee** — Комитет MIRD (Medical Internal Radiation Dose), Комитет по дозам внутреннего облучения Общества ядерной медицины США.
531. **MRI** (Magnetic resonance imaging) — магнитно-резонансная томография (см.).
532. **NTCP** (Normal Tissue Complication Probability) — вероятность возникновения осложнений в нормальных тканях пациента при лучевой терапии.
533. **OAR** — 1) Off-Axis Ratio — отношение дозы в точке, расположенной вне пучка излучения в определенной поперечной плоскости, к дозе в точке, расположенной на центральной оси пучка в той же плоскости. Синоним профиля пучка (см.); 2) Organ at Risk — орган риска, то же самое, что и критический орган (см.).
534. **PACS** (Picture Archiving and Communication System) — система архивирования и передачи (медицинских) изображений (САПИ). К сожалению, в русскоязычной литературе гораздо чаще используют английскую аббревиатуру, но не русскую.
535. **PET** (Positron Emission Tomography) — позитронная эмиссионная томография (см.).
536. **PMMA** (PolyMethyl MethAcrylate, Perspex, Lucite) — полиметилметакрилат, плексиглас, органическое стекло.
537. **PRV** (Planning Organ at Risk Volume) — объем критического органа для планирования. По сути — расширение концепции PTV (см.) (введение дополнительного отступа для учета неопределенностей) на критические органы (см.).
538. **PTV** (Planning Target Volume) — объем мишени для планирования (см. объем опухолевой мишени). Он включает объем клинической мишени (CTV) с добавлением дополнительного отступа, что связано с возможным изменением положения органов при дыхании, подвижностью определенных органов (желудок и др.), особенностями оборудования (в частности, отсутствием возможности жёсткой фиксации пациента) и погрешностями при позиционировании пациента перед сеансом облучения. Это геометрическое понятие вводится для того, чтобы, приняв во внимание суммарный эффект всех возможных геометрических неточностей, выбрать наиболее подходящие размеры и конфигурацию полей облучения и быть уверенным в том, что предписанная (см.) доза действительно была доставлена ко всему объему клинической мишени с вероятностью 95 %.
539. **RBE** (Relative Biological Effectiveness) — относительная биологическая эффективность (ОБЭ) (см.).
540. **RIS** (Radiology Information System) — радиологическая информационная система (см.).
541. **RTT** (Radiation therapy technologist) — радиационный технолог (см.).
542. **RVR** (Remaining Volume at Risk) — оставшийся объем риска. При дозиметрическом планировании лучевой терапии определяется как всё оставшееся пространство внутри тела за вычетом OAR (см.) и объемов мишеней.
543. **SABR** (Stereotactic ablative radiation therapy) — то же самое, что и SBRT (см.).
544. **SBRT** (Stereotactic body radiation therapy) — то же самое, что и SRS (см.), но для мишеней, расположенных вне головы.
545. **SD** (Standard Deviation) — стандартное отклонение.
546. **SPECT** (Single Photon Emission Computed Tomography) — однофотонная эмиссионная компьютерная томография (см.).

547. **SRS** (Stereotactic radiosurgery) — стереотаксическая радиохирургия (см.).
548. **SRT** (Stereotactic radiotherapy) — стереотаксическая радиотерапия (см.) — собирательное понятие, объединяющее SRS и SBRT (см.).
549. **SSD** (Source-Surface Distance) — расстояние источник — поверхность (РИП).
550. **SUV** (Standard Uptake Value) — стандартизованный показатель накопления (см.) в ПЭТ (см.). К сожалению, в русскоязычной литературе чаще всего используется английская аббревиатура SUV, физический смысл которой, как правило, не расшифровывается.
551. **TAR** (Tissue-Air Ratio) — отношение ткань — воздух (ОТВ); это отношение дозы  $D_d$  в водном фантоме на оси пучка на глубине  $d$  к дозе  $D_{air}$  в небольшой массе воды, находящейся в воздухе в той же точке:  $TAR(d) = D_d/D_{air}$ .
552. **TBI** (Total Body Irradiation) — облучение всего тела с терапевтической целью.
553. **TMI** (Total Marrow Irradiation) — выборочное облучение всего красного костного мозга, альтернатива TBI (см.) при пересадке красного костного мозга.
554. **TSEI** (Total Skin Electron Irradiation) — облучение всей поверхности кожи электронами, часто ошибочно называют TBI, что неверно. Несмотря на то, что облучается весь человек, доза сосредоточена на коже, что не приводит к тем же эффектам, что TBI (см.).
555. **TCP** (Tumor Control Probability) — вероятность локального контроля (см.) над опухолью при лучевой терапии (в смысле подавления роста опухоли или резорбции самой опухоли).
556. **TMR** (Tissue-Maximum Ratio) — отношение дозы в заданной точке фантома к дозе в той же точке на опорной глубине, соответствующей максимальной дозе (частный случай TRP (см.)).  $TPR(d) = PDD(SDD,d)/(SDD,d_{max})$ .
557. **TPR** (Tissue-Phantom Ratio) — отношение дозы в заданной точке фантома к дозе в той же точке поля на фиксированной опорной глубине.  $TPR(d) = PDD(SDD,d)/(SDD,d_{ref})$ .
558. **TPS** (Treatment Planning System) — система дозиметрического планирования терапевтического облучения.
559. **TV** (Treated Volume) — объем, подвергаемый лечебному воздействию. Он определяется как объем, ограниченный изодозной кривой (или поверхностью) с предписанной дозой (см.). В идеале TV должен быть идентичен PTV (см.), что иногда трактуют как меру конформности облучения (см.).
560. **TVL** (Tenfold Value Layer) — слой десятикратного ослабления.
561. **VMAT** (Volumetric Modulated Arc Therapy) — ротационное облучение с объемной модуляцией интенсивности (пучка излучения) — один из вариантов лучевой терапии с модуляцией интенсивности (IMRT) (см.). Дословный перевод расшифрованной аббревиатуры не соответствует реальному содержанию данного понятия. Конъюнктурный термин, к сожалению, повсеместно заменивший более правильный термин IMAT (см.).
562. **3DCRT** — трехмерная конформная лучевая терапия. Представляет собой метод облучения с применением для планирования трёхмерных КТ-изображений тела пациента. В узком смысле — использование полей без модуляции интенсивности (флюенса), в тех случаях, когда противопоставляется IMRT (см.).
563. **4DCT** — рентгеновская компьютерная томография (КТ) пациента во всех фазах его дыхания по отдельности (обычно разбивается на 10 фаз дыхательного цикла).
564. **4DRT** — лучевая терапия с синхронизацией по дыхательному циклу пациента, при которой автоматически выполняется соответствующая коррекция параметров облучения, в отличие от других технологий контролем дыхания, таких как снижение амплитуды дыхания или блокировки пучка (облучения в окне дыхательного цикла).

## Список литературы / References

1. Наркевич БЯ, Ратнер ТГ, Моисеев АН. Краткий словарь дискуссионных терминов по медицинской радиологии, радиационной безопасности и медицинской физике. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2018;63(5):55-64. [Narkevich BY, Ratner TG, Moiseev AN. Brief glossary of discussion terms in medical radiology, radiation safety and medical physics. Medical Radiology and Radiation Safety. 2018;63(5):55-64. (In Russ.)]. DOI: 10.12737/article\_5bc89734df8824.31259760.
2. Наркевич БЯ, Хмелев АВ, Крылов ВВ, Кочетова ТЮ. Разработка краткого словаря по ядерной медицине. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2020;65(2):68-81. [Narkevich BY, Khmelev AV, Krylov VV, Kochetova TU. Develop a concise vocabulary in nuclear medicine. Medical Radiology and Radiation Safety. 2020;65(2):68-81. (In Russ.)]. DOI: 10.12737/1024-6177-2020-65-2-68-81

**Вклад авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Contributions.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests.** Not declared.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Financing.** The study had no sponsorship.

### Сведения об авторах

Наркевич Борис Ярославович — доктор технических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, научный консультант НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России. SPIN-код: 4931-8394, AuthorID: 600790.

Рыжов Сергей Анатольевич — руководитель центра по радиационной безопасности и медицинской физике ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», SPIN-код: 6595-4011, AuthorID: 813698.

Моисеев Алексей Николаевич — кандидат физико-математических наук, заведующий отделением медицинской физики, SPIN-код: 6312-9169, AuthorID: 622115.

## Development of a Glossary of Terms and Concepts on Medical Radiology and Radiation Safety

**B.Ya. Narkevich<sup>1,2</sup>, A.N. Moiseev<sup>2,3</sup>, S.A. Ryzhov<sup>2,4</sup>**

<sup>1</sup> N.N. Blokhin National Medical Research Center for Oncology; 24 Kashirskoe Highway, Moscow 115478, Russia

<sup>2</sup> Association of Medical Physicists of Russia; 23 Kashirskoe Highway, Moscow 115478, Russia

<sup>3</sup> LLC “Medscan”, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Department of Health, Moscow, Russia; 28-1, Srednyaya Kalitnikovskaya street, Moscow, 109029

**Key words:** *medical radiology, radiation safety, terminology, glossary*

**For citation:** Narkevich B.Ya, Moiseev AN, Ryzhov SA. Development of a Glossary of Terms and Concepts on Medical Radiology and Radiation Safety. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2020;3(4):71-85. (In Russ.)

DOI: 10.37174/2587-7593-2020-3-4-71-85

### Information about the authors:

Narkevich B.Ya. <http://orcid.org/0000-0002-4293-7358>.

Ryzhov S.A. <https://orcid.org/0000-0002-0640-7368>.