

## 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>, С.С. Русецкий<sup>3</sup>, М.А. Кузнецов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава РФ, Москва

<sup>2</sup> Ассоциация медицинских физиков России, Москва

<sup>3</sup> ООО «МедСкан», Москва

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

Развитие отечественной медицинской радиологии обуславливает необходимость разработки и систематизации наиболее часто используемых в ней терминов с научно обоснованной расшифровкой соответствующих им понятий и адекватным переводом на английский язык. При этом важно обеспечить правильную и однозначную интерпретацию терминов не только профессионалами в области медицинской радиологии, но и специалистами в смежных областях знаний. Представлен глоссарий терминов по медицинской радиологии, который содержит все наиболее часто используемые термины в лучевой диагностике, лучевой терапии, ядерной медицине и радиационной безопасности, а также разъяснения для каждого из них, адаптированные для указанных выше специалистов.

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

**Окончание. Начало в №2(86) 2020 г.**

281. *Однофотонная эмиссионная компьютерная томография – ОФЭКТ* (Single photon emission computed tomography – SPECT) – диагностическая процедура визуализации планарного (в поперечном срезе тела) и пространственного распределения радиофармпрепарата (см.) в теле пациента по гамма-излучению (см.), выполняемая, как правило, на гамма-камере (см.) с одной или несколькими вращающимися вокруг тела пациента детекторными головками.

282. *Окно анализатора импульсов* (Pulse analyzer window) – диапазон амплитуд входного

сигнала от детектора гамма-камеры (см.), для которых анализатор вырабатывает выходные сигналы. Другое название – энергетический канал (см.) регистрации импульсов позиционно-чувствительным детектором.

283. *Опорная мощность воздушной кермы* (Reference air kerma rate) – характеристика закрытых радионуклидных источников, используемых в брахитерапии (см.). Определяется как мощность воздушной кермы (см.) в воздухе на расстоянии 1 м от источника, скорректированная на ослабление и рассеяние излучения.

284. *Опорная точка детектора* (Detector reference point) – точка в чувствительном объеме детектора (например, ионизационной камеры), относительно которой производится измерение расстояния от источника излучения до детектора при его заданной ориентации. Опорная точка должна быть отмечена на детекторе изготовителем прибора. Если это оказывается невозможным, контрольная точка должна быть указана в сопроводительной документации, прилагаемой к прибору.

285. *Оптимизация* (Optimization) – 1) в контексте лучевой терапии это процесс работы алгоритма обратного планирования, в результате которого получается план, соответствующий определенным критериям, а именно выполняются требования к покрытию конкретной дозой объема мишени с одновременным непревышением дозовых ограничений в критических органах (см.); 2) принцип радиационной безопасности (см.), согласно которому индивидуальные дозы облучения и число облучаемых лиц при использовании любого источника излучения должны поддерживаться на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов; 3) основная концепция медицинского облучения (см.).

286. *Отделение лучевой диагностики* (Department of diagnostic radiology) – структурное подразделение медицинской организации, в котором проводятся диагностические исследования с использованием средств и технологий медицинской визуализации (рентгенография, КТ, УЗИ, МРТ).

287. *Отделение лучевой терапии* (Department of radiation therapy) – структурное подразделение медицинской организации, в котором проводится терапевтическое облучение больных с использованием закрытых генерирующих и радионуклидных источников ионизирующих излучений.

288. *Отделение радионуклидной диагностики (радиологическое отделение)* (Department of radionuclide diagnostics) – структурное подразделение медицинской организации, в котором проводятся радиологические (ядерно-медицинские) исследования с использованием диагностических радиофарм препаратов (*in vivo*) и наборов реагентов (*in vitro*).

289. *Отделение радионуклидной терапии* (Department of radionuclide therapy) – структурное подразделение медицинской организации, в котором проводится терапевтическое

облучение больных с использованием открытых радионуклидных источников ионизирующих излучений (как правило, с использованием терапевтических радиофармпрепаратов – см.).

290. *Отдельные лица из населения* (Members of the public) – в общем случае, это любые лица из популяции, которые подвергаются профессиональному или медицинскому облучению (см.), не будучи ни персоналом, ни пациентами. Например, это лица, ухаживающие дома за больным после курса радионуклидной терапии (см.).

291. *Относительная биологическая эффективность* – ОБЭ (Relative biological effectiveness – RBE) – отношение поглощенной дозы эталонного излучения к поглощенной дозе данного излучения, вызывающих один и тот же биологический эффект. В качестве эталонного принято рентгеновское излучение (см.) с максимальной энергией спектра 200 кэВ и средней линейной потерей энергии (ЛПЭ) (см.) в воде 3 кэВ/мкм или гамма-излучение (см.)  $^{60}\text{Co}$ .

292. *Относительный радиационный риск* (Relative radiation risk) – относительный (мультипликативный) радиационный риск (см.) представляет собой избыточный канцерогенный риск (по окончании латентного периода), который выражается как доля величины риска спонтанного возрастнo-специфического рака в данной конкретной популяции. Это означает, что модель мультипликативного радиационного риска соотносит избыточный (радиогенный) риск возникновения радиационно-индуцированных опухолей со спонтанным риском злокачественных опухолей в возрастном аспекте.

293. *ОФЭКТ-сканер* (SPECT-scanner) – стационарная установка для однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (см.), содержащая один или несколько позиционно-чувствительных детекторов гамма-излучения (см.), ложе пациента, штативное устройство (гантри – см.) с механизмом вращения детекторов вокруг продольной оси ложа пациента, электронный тракт преобразования сигналов детекторов и компьютер для реконструкции и визуализации томографических изображений.

294. *Ошибка* (Error) – в общем случае это неправильное действие или процедура, хотя, к сожалению, этот термин иногда ошибочно используется для описания погрешности (см.) или отклонений (неопределенности – см.) той или иной величины от ожидаемого значения.

295. *Ослабление излучения* (Attenuation of radiation) – физический процесс, при котором интенсивность проходящего через вещество излучения снижается в результате его поглощения и (или) рассеяния. Иногда используемый термин “аттенюация” не соответствует нормам литературного русского языка.

296. *Пароль* (Password) – для оборудования, находящегося под управлением программируемой электронной системы, это последовательность нажатий клавиш, которая разрешает доступ оператора для нормального использования оборудования с предварительным сбросом блокировок, или, при другой последовательности нажатий клавиш, разрешает доступ для регулировки и технического обслуживания оборудования.

297. *Первичное излучение* (Primary radiation) – излучение, выходящее непосредственно из мишени рентгеновской трубки (см.), ускорителя (см.) или источника гамма-излучения (см.). Генерирует вторичное излучение (см.) в конструктивных элементах излучателя и в теле пациента.

298. *Переданная энергия* (Transmitted energy) – разность между суммарной энергией всех заряженных и незаряженных частиц (без учета энергии покоя), входящих в данный объем вещества, и суммарной энергией всех частиц, выходящих из этого объема. При отсутствии электронного равновесия (см.) переданная энергия больше поглощенной энергии, обуславливая разницу между кермой (см.) и поглощенной дозой (см.).

299. *Период биологического полувыведения* (Biological half-life) – время, за которое половина введенного лекарственного препарата выводится из организма за счет протекания биологических процессов.

300. *Период полувыведения эффективный* (Effective half-life) – время, за которое половина активности введенного в организм радиофармпрепарата (см.) выводится из организма за счет протекания биологических процессов и физического процесса радиоактивного распада.

301. *Период полураспада* (Half life) – время, за которое первоначальная активность радионуклида снижается в 2 раза за счет физического процесса радиоактивного распада.

302. *Персонал* (Staff) – лица, непосредственно работающие с техногенными источниками ионизирующего излучения (группа А) или работающие на радиационном объекте или на

территории его санитарно-защитной зоны и находящиеся в сфере воздействия техногенных источников (группа Б).

303. *Перфузия миокарда* (Myocardial perfusion) – естественное кровоснабжение сердечной мышцы.

304. *Пиксел* (Pixel) – элемент планарного (двумерного) изображения.

305. *Питч* (Pitch) – питч, шаг, наклон. Представляет собой отношение длины перемещения стола КТ-сканера за один оборот гантри (см.) к толщине регистрируемого среза (при спиральной КТ или МСКТ – см.).

306. *Плоскопараллельный коллиматор гамма-камеры* (Plane-parallel gamma-camera collimator) – коллиматор с большим числом отверстий, оси которых параллельны друг другу и перпендикулярны плоскости сцинтилляционного кристалла гамма-камеры (см.).

307. *Плотность потока частиц* ( $\dot{\Phi}$ ) (Particle flux density) – отношение числа частиц (фотонов)  $dN$ , пересекающих заданную поверхность объекта облучения за интервал времени  $dt$ , к площади этой поверхности  $dS$  и временному интервалу:  $\dot{\Phi} = dN / dsdt$ . Единица –  $m^{-2} \cdot c^{-1}$ . МКРЕ вместо термина “плотность потока” рекомендует использовать термин “мощность флюенса” (см.).

308. *Погрешность* (Error) – отклонение измеренного или рассчитанного значения величины от ее истинного значения. Принципиально отличается от неопределенности (см.). При переводе термина error следует в зависимости от контекста различать собственно погрешность и неопределенность. В соответствии с ГОСТ 16263-70 дословный перевод “ошибка” относится к нерекомендуемым терминам в метрологии. Понятие ошибки (см.) можно использовать только в случае описания каких-либо грубых промахов в организации и/или проведении процедуры измерений или расчетных исследований, которые можно было предотвратить еще до их начала.

309. *Позитронная эмиссионная томография – ПЭТ* (Positron emission tomography – PET) – диагностическая процедура визуализации пространственно-временного распределения позитронно-излучающего радиофармпрепарата (см.) в теле пациента путем регистрации аннигиляционного излучения (см.). Классический пример дезориентирующего термина, получившего, к сожалению, всеобщую распространенность. На самом деле томография при ПЭТ производится путем одновременной регистрации

двух аннигиляционных фотонов, возникающих вследствие акта аннигиляции позитрона и электрона в тех биологических тканях, которые накапливают позитронно-излучающий радиофармпрепарат. При этом сами позитроны не регистрируются, не выходя из тела пациента, из-за чего томография в принципе не может быть позитронной. Ее правильнее было бы называть двухфотонной эмиссионной компьютерной томографией по аналогии с однофотонной эмиссионной компьютерной томографией (ОФЭКТ– см.).

310. *Поле видения детектора* (Field of view – FOV) – область позиционно-чувствительного детектора излучения, в пределах которой формируется изображение от визуализируемого объекта исследований посредством регистрации выходящих из него трансмиссионных фотонов (рентгенодиагностика, КТ) или эмиссионных фотонов (сцинтиграфия, ОФЭКТ, ПЭТ).

311. *Полутень* (Penumbra) – в лучевой терапии это пространственная область на периферии пучка излучения, где значение плотности потока излучения находится в некотором диапазоне значений, меньших аналогичного значения на оси пучка. В случае радиационно-терапевтического аппарата это можно описать как область пучка, в которой видна только часть источника. Как правило, ширина полутени определяется как расстояние между изодозами 80 % и 20 %, однако для пучков без сглаживающего фильтра возможны другие подходы к ее определению.

312. *Портальная дозиметрия* (Portal Dosimetry) – дозиметрические измерения, выполняемые с помощью устройства портальной медицинской визуализации (см.) планарного распределения дозы излучения, проходящего через тело пациента при лучевой терапии. Как правило, используются для связанной с облучением пациента гарантии качества (см.).

313. *Постоянная мощности воздушной кермы (керма-постоянная)* (Power air kerma constant (Kerma constant)) – отношение мощности воздушной кермы (см.)  $\dot{K}$ , создаваемой фотонами точечного изотропного радионуклидного источника на расстоянии  $l$  от него, умноженной на квадрат этого расстояния, к активности  $A$  этого источника:  $\Gamma = \dot{K}l^2 / A$ . Размерность керма-постоянной – аГр·м<sup>2</sup>/(с·Бк).

314. *Постоянная радиоактивного распада* (Radioactive decay constant) – доля атомов ра-

дионуклидного источника, распадающихся в единицу времени. Выражается в с<sup>-1</sup> или мин<sup>-1</sup>.

315. *Поступление* (Intake) – действие или процесс попадания радионуклидов (см.) или радиофармпрепаратов (см.) в организм путем ингаляции, перорально или через кожу, или активность (см.), поступающая в организм в результате этого действия или процесса, но не с медицинскими целями.

316. *Поток частиц* –  $\dot{N}$  (Particle flux) – отношение числа частиц (фотонов)  $dN$ , пересекающих заданную поверхность за интервал времени  $dt$ , к этому интервалу:  $\dot{N} = dN / dt$ . Единица с<sup>-1</sup>.

317. *Предел дозы* (Dose limit) – установленные в нормах радиационной безопасности значения эффективной (см.) или эквивалентной (см.) дозы техногенного облучения населения (см.) и профессионального облучения (см.) персонала, которое не должно быть превышено. Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных радиационно-индуцированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне.

318. *Предписание* (Prescription) – многозначный термин, понимаемый как: 1) совокупность параметров итогового плана лечения – целей планирования лучевой терапии (то есть задаваемых врачом); 2) совокупность параметров итогового плана, принятого к лечению (то есть утвержденные врачом реальные метрики плана). В узком смысле – предписанная доза (см.), хотя к предписанию относятся контуры анатомических структур и ограничения на них. В Публикации 83 МКРЕ рекомендуется трактовать этот термин широко и во втором смысле.

319. *Предписанная доза* (Prescribed dose) – многозначный термин, понимаемый как 1) номинальная доза, которую должна получить мишень (то есть цель для планирования); 2) доза, соответствующая определенной метрике плана (к примеру, средняя доза в мишени или доза в 95 % объема мишени), по которой план должен быть отнормирован. В реальности эти величины часто не совпадают, а выбор метрики варьируется от протокола к протоколу облучения и в разных клиниках, что представляет существенную проблему стандартизации лучевой терапии. В Публикации 83 МКРЕ рекомендуется в качестве предписанной дозы использовать медианную дозу объема мишени (см.) для планирования облучения.

320. *Прецизионность* (Precision) – прецизионность, сходимость, воспроизводимость. В соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 для описания общей точности метода измерений используются два термина: “правильность” и “прецизионность”. Прецизионность – степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в конкретных установленных условиях. Эта характеристика зависит только от случайных факторов и не связана с истинным или условно истинным значением измеряемой величины. Показателем прецизионности обычно является значение неопределенности (см.), показателем правильности – значение погрешности (см.).

321. *Приближение непрерывного замедления* (Continuous slowing down approximation) – подход в моделировании методом Монте-Карло транспорта заряженных частиц в веществе (как правило, электронов), основанный на предположении о непрерывном, а не дискретном, снижении энергии этих частиц при их замедлении в актах многократного рассеяния и ионизации.

322. *Прибор с зарядовой связью – ПЗС-матрица* (Charge Coupled Device – CCD) – устройство формирования изображения, основанное на преобразовании света в электрические заряды, в котором они перемещаются внутри устройства в область, где их можно обнаружить. Детекторы изображения на основе ПЗС-матриц широко используются в цифровых рентгенодиагностических аппаратах и в электронных устройствах портальной визуализации на радиационно-терапевтических аппаратах (EPID – см.).

323. *Приёмо-сдаточные испытания* (Acceptance testing) – испытания, которые должны продемонстрировать, что установленное медицинское оборудование соответствует спецификации. Приёмо-сдаточные испытания часто выполняются в соответствии с протоколом, входящим в комплект поставки. В протоколах приёмо-сдаточных испытаний определяется, какие именно испытания будут проведены, какое оборудование будет использоваться для выполнения этих испытаний, и какими должны быть результаты этих испытаний. Результатом испытаний должен быть приёмо-сдаточный акт, подписанный поставщиком и пользователем.

324. *Принцип ALARA* (As Low As Reasonably Achievable) – концепция ограничения дозы, базирующаяся на принципе мини-

мизации уровней облучения с учетом экономической и социальной целесообразности (см. – АЛАРА).

325. *Принцип нормирования* (Rationing principle) – непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения.

326. *Принцип обоснования* (Justification principle) – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного облучением, дополнительным к природному радиационному фону.

327. *Принцип оптимизации* (Optimization principle) – поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальной дозы облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения; см. оптимизация.

328. *Произведение доза × длина* (Dose Length Product – DLP) – мера поглощенной дозы излучения за все компьютерно-томографическое исследование с учетом длины сканируемой области и количества сканирований. Является производным расчетным параметром от CTDI (см). Единица измерения – мГр×с.

329. *Произведение доза × площадь – ПДП* (Dose Area Product – DAP) – позволяет при рентгенографии определить уровень облучения пациента по величине произведения поглощенной дозы в воздухе и площади поперечного сечения пучка излучения с учетом выбранного кожно-фокусного расстояния. Все современные рентгенодиагностические аппараты, в том числе и КТ-сканеры, снабжаются трансмиссионной ионизационной камерой, показания ПДП от которой выводятся на пульт управления в единицах Гр×см<sup>2</sup>.

330. *Промышленная площадка* (Industrial site) – охраняемая и огражденная территория размещения производственных, административных, санитарно-бытовых и вспомогательных зданий и сооружений предприятия (радиационного объекта). Для медицинских организаций совпадает с санитарно-защитной зоной (см.).

331. *Пространственное разрешение* (Spatial resolution) – количество объектов, которые можно идентифицировать на единице длины при заданном уровне сигнал/шум изображения (к примеру, способность гамма-камеры

или радионуклидного томографа разрешить два близко расположенных друг к другу радионуклидных источника при указанной активности по отношению к фону). В рентгенодиагностике измеряется в парах линий на мм.

332. *Профиль пучка* (Beam profile) – в клинической дозиметрии это графическое представление результатов измерений распределения дозы вдоль линии, лежащей в плоскости, перпендикулярной направлению распространения пучка излучения.

333. *Процедурная* (Preparation, injection and uptake room) – помещение, предназначенное для приготовления и (или) введения радиофармпрепарата (см.) в организм пациента. В лучевой терапии в официальных документах этим термином обозначают каньон (см.), что часто приводит к недоразумениям.

334. *Пусконаладочные испытания* (Commissioning) – комплекс работ, выполняемых в период подготовки и проведения индивидуальных испытаний и комплексного опробования поставляемого в клинику оборудования. Работы по более тонкой и детальной настройке, выполняемые на уже смонтированном оборудовании, перед вводом в клиническую эксплуатацию радиотерапевтических аппаратов и радиодиагностических установок. Выполняются после приёмо-сдаточных испытаний (см.).

335. *ПЭТ-сканер* (PET-scanner) – стационарная или мобильная (в автомобильном фургоне) установка для ПЭТ (см.), содержащая совокупность кольцевых детекторных сборок в штативном устройстве (гантри) для регистрации аннигиляционного излучения, передвижной стол (ложе) пациента, электронные блоки преобразования и обработки импульсов от детекторов и компьютер для реконструкции послойных или трехмерных изображений распределения позитронно-излучающего радиофармпрепарата в организме пациента. В настоящее время серийно выпускаются только гибридные ПЭТ/КТ-сканеры.

336. *ПЭТ-центр* (PET center) – специализированное подразделение радионуклидной диагностики *in vivo* (см.), предназначенное для производства позитронно-излучающих радиофармпрепаратов (см.) с контролем их качества и (или) для проведения радиодиагностических процедур методом позитронной эмиссионной томографии (см.).

337. *Работник* (Employee) – физическое лицо, которое постоянно или временно работает непосредственно с источниками ионизирующего

излучения (см.). Работники, работающие с источниками ионизирующих излучений или находящиеся в зоне их воздействия, подразделяются на персонал (см.) групп А и Б соответственно.

338. *Рабочая нагрузка (проектная)* (Design workload) – показатели нагрузки отделения радионуклидной диагностики (радиологического отделения), отделения радионуклидной терапии, отделения лучевой терапии, либо радиологического центра в целом, используемые для первичной оценки радиационной безопасности и отраженные в проектной документации. К показателям проектной рабочей нагрузки относятся: максимально возможное количество пациентов и/или радиологических процедур в смену, в неделю, в год, средняя вводимая активность, перечень используемых радионуклидов, и т.д.

339. *Рабочее место* (Workplace) – место постоянного или временного пребывания персонала (см.) для выполнения производственных функций в условиях воздействия ионизирующего излучения в течение более половины рабочего времени или двух часов непрерывно.

340. *Рабочее место (для данного работника)* (Workplace for this employee) – перечень рабочих помещений (рабочих зон) с указанием (доли) времени пребывания в них данного работника (см.), определяемого исходя из его производственных обязанностей в течение календарного года.

341. *Рабочий эталон* (Reference instrument) – средство измерения (например, дозиметр), откалиброванное в метрологической лаборатории по вторичному эталону. Служит для калибровки рабочих средств измерения (см. кросс-калибровка).

342. *Равновесный колпачок* (Build up cup) – дополнительная насадка (колпачок) на ионизационную камеру для создания электронного равновесия (см.) в ее объеме.

343. *Радиационная авария* (Radiation accident) – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды [3-ФЗ]. Как видно из определения, статус радиационной аварии применительно к неверному облучению пациента в лучевой терапии и в

радионуклидной терапии в Российской Федерации не установлен, поскольку терапевтическое облучение не нормируется. МАГАТЭ предлагает более широкую формулировку радиационной аварии: “Любое непреднамеренное событие, включая ошибки во время эксплуатации, отказы оборудования и другие неполадки, реальные или потенциальные последствия которого не могут игнорироваться с точки зрения радиационной безопасности”.

344. *Радиационная безопасность* (Radiation safety) – это комплекс научно-обоснованных мероприятий по обеспечению радиационной защиты (см.) пациентов, персонала, населения и окружающей среды в соответствии с установленными нормами, правилами и стандартами по безопасности.

345. *Радиационная гигиена* (Radiation hygiene) – наука, изучающая теоретические основы и разрабатывающая специальные практические меры сохранения здоровья при наличии радиационной опасности для человека.

346. *Радиационная защита* (Radiation protection) – комплекс мероприятий, направленный на защиту человека от ионизирующего излучения, а также изыскание способов ослабления вредного действия ионизирующего излучения, то есть на обеспечение радиационной безопасности (см.). Экранирование излучения – это лишь одно мероприятие из указанного комплекса.

347. *Радиационная медицина* (Radiation medicine) – наука, изучающая этиологию, патогенез и лечение радиационно-индуцированных детерминированных эффектов в виде острой и хронической лучевой болезни, локальных и общих лучевых повреждений, а также изучающая стохастические радиационно-индуцированные поражения, в том числе и радиационный канцерогенез. Радиационная медицина не является синонимом медицинской радиологии, а является ее составной частью.

348. *Радиационная онкология* (Radiation oncology) – см. лучевая терапия.

349. *Радиационная толерантность* (Radiation tolerance) – предельное значение дозы в ткани, органе или его части, не приводящее к определенным неблагоприятным клиническим эффектам (осложнениям). Иначе говоря, это есть диапазон приемлемости доз облучения, за пределами которого требуются корректирующие лечебные действия. Нарушение толерантности проявляется в виде лучевых осложнений, которые зависят от множества

факторов (сопутствующие заболевания, методика лечения, фракционирование и так далее) и варьируются как по тяжести, так и по времени наступления. Если не указано иное, обычно под толерантностью подразумевают дозу, при которой орган (или пациент, если это жизненно-важный орган) погибнет с вероятностью 5 % через 5 лет после лечения. Лучевая терапия может проводиться с превышением толерантности органов и тканей, если это клинически целесообразно.

350. *Радиационный контроль* (Radiation control) – контроль за соблюдением норм радиационной безопасности (см.) и основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений, а также получение информации об уровнях облучения пациентов, персонала и отдельных лиц из населения и о радиационной обстановке, например, в помещениях подразделения ядерной медицины, отделения лучевой терапии и в окружающей среде.

351. *Радиационный риск* (Radiation risk) – дополнительная (сверх фоновой или спонтанной) вероятность возникновения онкологического заболевания в течение жизни у человека (пациента), подвергшегося облучению ионизирующим излучением в малых дозах, скорректированная с учетом ущерба для здоровья, что подразумевает учёт тяжести и летальности онкологического заболевания, оценку числа лет потерянной здоровой жизни и дополнительную возможность тяжелого наследственного заболевания у его потомства. Различают абсолютный (см.) и относительный (см.) радиационный риск.

352. *Радиационный технолог* (Radiation therapy technologist) – специалист со средним медицинским образованием, который проводит технологические процедуры на радиотерапевтических аппаратах, рентгеновских симуляторах, КТ-сканерах и магнитно-резонансных томографах, установленных в отделениях радиационной онкологии (лучевой терапии). В России данная штатная единица отсутствует, обязанности радиационных технологов выполняют рентгенолаборанты.

353. *Радиационный эффект детерминированный* (Radiation effect, deterministic) – радиационно-индуцированный эффект в организме человека и животных, для которого обычно существует пороговый уровень дозы, выше которого клиническая выраженность эф-

фекта тем больше, чем выше полученная доза облучения.

354. *Радиационный эффект стохастический* (Radiation effect, stochastic) – радиационно-индуцированный эффект в организме человека и животных, обычно возникающий без порогового уровня дозы, вероятность которого пропорциональна дозе, а степень тяжести не зависит от полученной дозы облучения.

355. *Радиоактивное загрязнение* (Radioactive contamination, nuclear pollution) – радиоактивные вещества, присутствующие на поверхностях или внутри твердых материалов, жидкостей или газов (включая человеческое тело), где их присутствие не предполагается или не является желательным, или процесс, приводящий к их присутствию в таких местах. Радиоактивные загрязнения бывают снимаемыми посредством дезактивации (см.) и неснимаемыми при дезактивации.

356. *Радиоактивность* (Radioactivity) – самопроизвольное (спонтанное) превращение нестабильных ядер в другие ядра, сопровождающееся испусканием элементарных частиц, ядер и гамма-излучения (см.) и характеристического излучения (см.).

357. *Радиоактивные отходы* – РАО (Radioactive waste) – радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых не предусматривается. Подразделяются на твердые, жидкие и газообразные РАО. В ядерной медицине (см.) газообразные отходы применяемых радиофармпрепаратов отсутствуют, однако есть газообразные отходы их производства в ПЭТ-центре. Согласно ОСПОРБ-99/2010, в ядерной медицине жидкие РАО относятся к низкоактивным (см.), а твердые РАО – к низкоактивным и очень низкоактивным. В лучевой диагностике и в лучевой терапии радиоактивные отходы отсутствуют.

358. *Радиоактивный аэрозоль* (Radioactive aerosol) – аэрозоль, в дисперсную фазу которого входят радионуклиды. Могут образовываться в результате распространения радиоактивных загрязнений (см.) и в воздухе каньонов с высокоэнергетическими ускорителями тяжелых заряженных частиц и электронов в результате активации газов воздуха. В ядерной медицине аэрозоль с коллоидными радиоактивными частицами используется для диагностики тромбоэмболии (см.) легочной артерии.

359. *Радиодиагностические процедуры* (Radio diagnostic procedures) – диагностические

процедуры с введением в организм пациентов радиофармпрепаратов (см.).

360. *Радиодиагностический кабинет* (Radio diagnostic room) – специально оборудованное помещение, в котором размещена установка для радионуклидной диагностики *in vivo* (см.).

361. *Радиоиммунотерапия* (Radioimmunotherapy) – методика радионуклидной терапии (см.), основанная на введении в организм больного радиофармпрепарата (см.) в виде моноклональных антител, меченных бета- и (или) альфа-излучающим радионуклидом.

362. *Радиоиммунный анализ* (Radioimmunoassay) – разновидность радионуклидной диагностики *in vitro* (см.), основанная на необратимом и ковалентном связывании антигена, меченного радионуклидом, чаще всего  $^{125}\text{I}$ , со специфическим антителом (см.). Отличается от иммунорадиометрического анализа (см.) только тем, что радионуклидом метят не антитела, а антигены.

363. *Радиоiodабляция* (Radioactive iodine ablation) – разновидность радиоiodотерапии (см.). Метод предназначен для функционального удаления (абляции) остаточной тиреоидной ткани, которая частично остается в области ложа щитовидной железы после тиреоидэктомии, основан на способности изотопов йода избирательно накапливаться в клетках щитовидной железы. В качестве радиофармпрепарата обычно используется  $^{131}\text{I}$  в форме натрия йодида.

364. *Радиоiodотерапия* (Radioiodine therapy) – метод системной радионуклидной терапии, основанный на использовании способности изотопов йода избирательно накапливаться в клетках щитовидной железы. Метод применяется для лечения рака щитовидной железы и тиреотоксикоза. В качестве радиофармпрепарата используется  $^{131}\text{I}$  в форме натрия йодида.

365. *Радиометр* (Radiometer) – прибор, предназначенный для измерения радиометрических физических величин – плотности потока (см.) частиц или фотонов, объемной и удельной активности радионуклидов в аэрозолях, газах, жидкостях.

366. *Радиолигандная ПСМА-терапия* (Radioligand PSMA therapy) – направление системной радионуклидной терапии, основанное на использовании специфических радиофармпрепаратов, обладающих избирательной тропностью к простат-специфическому мембранно-



му антигену (ПСМА) клеток рака предстательной железы. Применяется для лечения распространенного и метастатического рака предстательной железы.

367. *Радиологическая информационная система – РИС* (Radiology information system – RIS) – программное обеспечение, используемое для сбора, хранения, обработки и распространения радиологических данных и изображений пациентов. Система обычно состоит из блоков программ отслеживания и планирования диагностических исследований и терапевтического облучения пациентов, отчетов о результатах и возможностей отслеживания изображений. RIS (см.) часто взаимодействует с HIS (больничными информационными системами – см.) для демографических данных пациентов, а также с PACS (см.) для данных изображений и имеет решающее значение для эффективного рабочего процесса в радиологии.

368. *Радиология медицинская* (Medical radiology) – наука об использовании источников ионизирующих и неионизирующих излучений в медицине. В англоязычной литературе термин radiology используется для обозначения только рентгенодиагностических процедур и интервенционных процедур, проводимых под рентгеновским контролем. В русскоязычной литературе термин “радиология”, в том числе и “медицинская радиология”, охватывает существенно более широкий круг понятий, связанных с медицинским применением источников как ионизирующих, так и неионизирующих излучений. По современным представлениям, медицинская радиология теперь включает в себя лучевую диагностику (см.), интервенционную радиологию (см.), ядерную медицину (см.), лучевую терапию (см.) и радиационную медицину (см.).

369. *Радиометаболическая терапия* (Radiometabolic therapy) – разновидность радионуклидной терапии, при которой терапевтический радиофармпрепарат избирательно накапливается в определенных органах и тканях благодаря включению в метаболический процесс, происходящий в этих органах и тканях.

370. *Радиометр клинический (дозкалибратор)* (Clinical radiometer – Dose calibrator) – специализированный радиометр (см.) для измерения активности закрытого радионуклидного источника или радиофармпрепарата (см.) в фасовке или в шприце в единицах МБк (кБк) или мКи (мкКи). Общепринятый термин “доз-

калибратор” принципиально ошибочен, поскольку назначение данного прибора – измерение именно активности радионуклидного источника, а не дозы облучения, вызываемого этим источником, – см. активность.

371. *Радиометрия* (Radiometry) – измерение активности радионуклидных источников ионизирующего излучения, в том числе радиофармпрепаратов, либо плотности потока частиц или фотонов, испускаемых радионуклидным источником.

372. *Радионуклидная диагностика in vitro* (Radionuclide diagnostics in vitro) – установление наличия, характера и степени тяжести патологического процесса в организме пациента, выявление рецидива заболевания и оценка эффективности лечения на основе определения в пробе крови пациента содержания различных веществ эндогенного и экзогенного происхождения в исчезающих концентрациях (опухолевые маркеры, гормоны, ферменты, лекарственные препараты и т.д.) путем конкурентного связывания искомым стабильных и аналогичных им меченных  $^{125}\text{I}$  радиоактивных веществ со специфическими связывающими системами.

373. *Радионуклидная диагностика in vivo* (Radionuclide diagnostics in vivo) – установление наличия, характера, степени тяжести и распространенности патологического процесса в организме пациента, выявление рецидива заболевания и оценка эффективности лечения на основе визуализации и (или) определения количественных характеристик пространственно-временного распределения диагностического радиофармпрепарата (см.), введенного в организм пациента. Термин «радиоизотопная диагностика» неправильно отражает существо данной процедуры, поскольку эти исследования проводятся, как правило, с введением в организм только единственного радиофармпрепарата, меченного одним радионуклидом, а не с несколькими радиофармпрепаратами, мечеными разными радиоизотопами одного и того же нуклида.

374. *Радионуклидная МИБГ-терапия* (Radionuclide MIBG therapy) – метод системной радионуклидной терапии, основанный на применении мета-йод-бензил-гуанидина (МИБГ), являющимся аналогом норадреналина, меченного радиоактивным йодом  $^{131}\text{I}$ . Применяется для терапии больных с опухолями из тканей, богатых адренергической иннервацией, например, нейроэктодермальной (нейробластома, феохромоцитомы, паранглиома, метаста-

тический и/или рецидивирующий медуллярный рак щитовидной железы и др.).

375. *Радионуклидная терапия* (Radionuclide therapy) – метод консервативного лечения на основе доставки меченного радионуклидом лекарственного препарата (радиофармпрепарата – см.) в патологический очаг с последующим разрушающим воздействием на него (или одновременно на несколько очагов) излучением этого радионуклида. Если такой радиофармпрепарат имеет высокую тропность (см.) к патологическому очагу и практически не накапливается в других органах и тканях, то тогда говорят о его прицельной доставке, а радионуклидную терапию называют таргетной (см.).

376. *Радионуклидная терапия пептидно-рецепторная* (Peptide receptor radionuclide therapy) – направление системной радионуклидной терапии, основанное на использовании специфических радиофармпрепаратов, обладающих избирательной тропностью к сомато-статинным рецепторам. Применяется для лечения больных с нейроэндокринными опухолями, а также опухолями с вторично развившейся нейроэндокринной дифференцировкой.

377. *Радионуклидная чистота* (Radionuclide purity) – доля активности целевого радионуклида в общей активности меченного им радиофармпрепарата. Определяется при контроле качества радиофармпрепарата.

378. *Радионуклидные примеси* (Radionuclidic impurities) – примеси других радиоактивных изотопов (как того же, так и других химических элементов) в радиофармпрепарате. Количество радионуклидных примесей выражают процентным отношением активности примесей к активности основного нуклида на определенную дату.

379. *Радионуклидный генератор* (Radionuclide generator) – прибор для химического выделения короткоживущего дочернего радионуклида, образующегося вследствие радиоактивного распада долгоживущего материнского радионуклида, нанесенного на материал-сорбенте.

380. *Радиосиновэктомия* (радиосиноввиортез) (Radiosynovectomy) – метод локальной радионуклидной терапии, направленный на стойкое подавление воспаления синовиальной оболочки сустава (синовита). Лечение заключается во внутрисуставном введении радиофармпрепаратов в виде микрочастиц (коллоидных форм, микросфер, макроагрегатов), содержащих радионуклиды (обычно бета-излучающие),

которые фагоцитируются покровными клетками синовиальной оболочки, что приводит к гибели клеток, вызывающих и поддерживающих воспаление.

381. *Радиотаргетная терапия* (Radio-target therapy) – разновидность системной радионуклидной терапии, при которой терапевтический радиофармпрепарат избирательно, адресно накапливается непосредственно в опухолевых клетках благодаря его молекулярной направленности и специфической тропности (см.) к ним.

382. *Радиотоксичность* (Radiotoxicity) – способность открытых и (или) закрытых радионуклидных источников путем внутреннего и (или) внешнего облучения оказывать повреждающее действие на биологические объекты, в том числе и на человека, в том числе и при профессиональном облучении (см.).

383. *Радиофармакология* (Radiopharmacology) – наука, изучающая действие на организм диагностических и терапевтических лекарственных соединений, меченных радионуклидами, механизм их действия, перенос, накопление, превращение и выведение препаратов из организма, в том числе фармакокинетику (см.) и фармакодинамику (см.). Как правило, все эти исследования выполняют на лабораторных животных с последующими клиническими испытаниями на людях.

384. *Радиофармацевтика* (Radiopharmaceuticals) – базирующаяся на достижениях радиофармакологии (см.) наука о синтезе радиофармацевтических препаратов и контроле их радиационно-физических, химических и биологических характеристик.

385. *Радиофармпрепарат* (Radiopharmaceutical) – лекарственное соединение, меченное радионуклидом, предназначенное и разрешенное для введения в организм человека с диагностической или (и) лечебной целью. Логичной аббревиатурой для этого термина, хорошо понятной всем специалистам и долго служившей всем “верой и правдой”, была РФП. Однако по научно не обоснованному требованию контролирующих органов в нее добавлена буква “Л”, что теперь должно означать “Лекарственный радиофармацевтический препарат”, и современная аббревиатура данного термина теперь РФЛП.

386. *Радиофармпрепарат без носителя* (Radiopharmaceutical without carrier) – радиофармпрепарат, свободный от стабильных изотопов того химического элемента, радиоизото-

пом которого помечено данное соединение.

387. *Радиохимическая лаборатория* (Radiochemical laboratory) – совокупность помещений и оборудования для синтеза, контроля качества и расфасовки радиофармпрепаратов.

388. *Радиохимическая чистота* (Radiochemical purity) – доля общей активности радиофармпрепарата, представленная в требуемой химической форме. Определяется при контроле качества радиофармпрепарата.

389. *Радиохимические примеси* (Radiochemical impurities) – примеси химических соединений, отличных от основного вещества, составляющего радиофармпрепарат, но содержащих тот же основной радионуклид. Величину радиохимических примесей, т.е. активность содержащегося в них радионуклида, выражают в процентах к общей активности радионуклида в препарате.

390. *Радиохирургия* (Radiosurgery) – см. стереотаксическая радиохирургия.

391. *Радиочувствительность* (Radiosensitivity) – степень чувствительности биологического объекта к воздействию ионизирующего излучения. Степень радиочувствительности сильно меняется при переходе от одного биологического вида к другому, в пределах одного вида, а для определенного индивидуума зависит также от возраста и пола. В одном организме различные органы и ткани сильно различаются по радиочувствительности.

392. *Радиоэмболизация* (Radioembolization) – методика локальной радионуклидной терапии, основанная на внутриартериальном введении под рентгеновским контролем терапевтического радиофармпрепарата в виде меченных бета-излучающим радионуклидом микрочастиц (микросфер, макроагрегата сыворотки крови и т.д.), которые эмболизируют капилляры опухолевого очага с одновременным локальным облучением опухолевых клеток.

393. *Размер радиационного поля* (Radiation field size) – геометрическая характеристика области, описываемой 50 % изодозой в плоскости, лежащей перпендикулярно оси пучка на уровне изоцентра. Для пучков без сглаживающего фильтра область пучка определяется средней линией полутени (см.). Для створчатых коллиматоров обычно характеризуется размерами данной области по основным осям, для конических – её диаметром.

394. *Регистрация изображений* (Image Registration) – процесс трансформации различных наборов данных (например, КТ- и МРТ-

изображений) в единую координатную систему, что позволяет накладывать изображения друг на друга (обычно с помощью разделения по цвету). В зависимости от разрешенных преобразований выделяют недеформируемую (англ. rigid; разрешены только сдвиги и вращения) и деформируемую (англ. deformable) регистрацию. То же, что и совмещение изображений (см.).

395. *Резкость* (Sharpness) – видимая размытость границы между двумя соседними участками рентгенограммы различной плотности.

396. *Реконструкция изображения* (Image reconstruction) – формирование радионуклидного или рентгеновского изображения объемной структуры объекта по его проекционным данным с использованием специальных алгоритмов.

397. *Рентгеновская трубка* (X-ray tube) – вакуумная трубка, предназначенная для получения рентгеновского излучения (см.) путем бомбардировки анода пучком электронов, ускоренных посредством приложения разности потенциалов между анодом и катодом трубки.

398. *Рентгенодиагностический аппарат* (X-ray diagnostic apparatus) – комплекс электрических и механических устройств (включая рентгеновскую трубку), используемых для получения рентгеновского излучения с целью медицинской диагностики.

399. *Рентгенодиагностика* (Radiology, Diagnostic radiology) – раздел медицинской радиологии, основанный на установлении наличия, характера, степени тяжести и распространенности патологического процесса в организме пациента, выявлении рецидива заболевания и оценке эффективности лечения на основе медицинской визуализации (см.) с использованием рентгеновского излучения. Это один из немногих случаев, когда общепринятый русскоязычный термин оказывается точнее для характеристики содержания терминируемого понятия, чем англоязычный.

400. *Рентгенография* (Radiography) – методика рентгенодиагностики (см.), основанная на получении проекционного изображения (снимка) анатомических структур организма посредством кратковременного прохождения через них рентгеновского излучения и регистрации степени его ослабления в тканях организма пациента. Это один из немногих случаев, когда общепринятый русскоязычный термин оказывается точнее для характеристики

содержания терминируемого понятия, чем англоязычный.

401. *Рентгеноскопия* (Fluoroscopy) – методика рентгенодиагностики (см.), основанная на получении серии проекционных изображений анатомических структур организма, введенных в тело пациента инструментов и рентгеноконтрастного вещества посредством прохождения через них рентгеновского излучения и непрерывной регистрации степени его ослабления в них. Дословный перевод «флюороскопия» возможен только в тех случаях, когда для визуализации в реальном масштабе времени используется экран, покрытый люминофором, или электронно-оптический преобразователь (усилитель рентгеновского изображения). Таким образом, флюороскопия является частным случаем рентгеноскопии.

402. *Референсный диагностический уровень* – РДУ (Reference diagnostic level – RDL) – в радионуклидной диагностике это установленное значение стандартной активности радиофармпрепарата, вводимого пациенту при проведении типовых процедур радионуклидной диагностики с данным препаратом. Значение РДУ обычно устанавливают равным 75 %-му квантилю (процентилу) распределения активности радиофармпрепарата при проведении данной процедуры в различных клиниках региона или страны. В рентгенодиагностике это установленное значение стандартной дозы или стандартного произведения входной поглощенной дозы на площадь (см.) пучка рентгеновского излучения при типовых рентгенодиагностических процедурах. Значение РДУ обычно устанавливают равным 75 %-му квантилю распределения стандартной дозы или стандартного произведения дозы на площадь при проведении данной процедуры в различных клиниках региона или страны. Установленные РДУ используют для оценки того, не является ли средний уровень облучения пациентов в данной медицинской организации нетипично большим или малым для рассматриваемой процедуры.

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 при лучевой терапии.

405. *Сглаживание данных* (Data smoothing) – операция при 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 ухудшает разрешение изображения. Сглаживание – фактически это операция фильтрации, часто выполняемая с использованием интегральной 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 пучка излучения.

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 позволяют 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 почти 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 AAPM TG-43 индивидуальная характеристика закрытого радионуклид-

ного 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 в полярных координатах 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 сцинтиграфических 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 (см.).

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) – работаю-

щая 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. Наиболее часто используется система стадирования TNM.

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 дозиметрическом 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) коли-

чеством 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 опухолевой мишени (см.) или критического органа), так и геометрическими абстракциями (например, PTV/PRV – см.). Как правило, несколько структур объединяются в наборы структур (см.)

429. *Сфера МКРЕ* (ICRU sphere) – сфера (шар) диаметром 30 см из тканеэквивалентного материала (см.) с плотностью  $1\text{ г/см}^3$  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 (...ностика) 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 разрушающего 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). Отличается от линейной передачи энергии (см.) тем, что теряемая энергия больше переданной (поглощенной) энергии.

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 (аффинность – см.)* (Affinity) – важнейшее свойство радиофармпрепаратов (см.), характеризующее степень его сродства 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 (референсный) человек* (Reference man, Standard man) – идеализированная модель человека европеоидной расы с референсными анатомическими и физиологическими характеристиками, определенными МКРЗ для целей радиационной защиты у восьми возрастно-половых групп: новорожденного; 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 английском слове буква «t» отсутствует.

447. *Фармакодинамика* (Pharmacodynamics) – раздел фармакологии, в том числе и радиофармакологии (см.), изучающий локализацию, механизм действия и фармакологиче-

ские 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. Как правило, предназначен для снижения доли низкоэнергетических фотонов в непрерывном спектре рентгеновского излучения, бесполезных для диагностики вследствие их поглощения в теле пациента.

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) – скитиграфическое планарное изображение неколлимированного линейного радионуклидного источника, расположенного на определенном расстоянии от коллиматора гамма-камеры (см.).

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 при-

готовленных 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 (твёрдый 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 точно 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 тяжёлых 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 рентгено-

контрастного 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 соответствует использованию на каждый пиксел изображения одного байта (8 бит) информации. Такая шкала передаёт 256 оттенков (гра-

даций) 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 терапевтического облучения (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 изоГр. Частный случай биологически эквивалентной дозы (см.).

472. *Эквивалентная по шуму скорость счета* (Noise-equivalent counting rate) – отношение скорости счета истинных совпадений к общей скорости счета импульсов, 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 неионизирующим излучением частотного диапазона.

476. *Электронная плотность* (Electron density) – количество электронов на единицу объема облучаемой среды, а относительная электронная плотность – это значение электронной плотности конкретной среды, деленное 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 вторичных 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 спектрометрическом 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 гамма-излучения. Разрешение спектрометрического 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 из 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 (см. – радиационный эффект детерминированный).

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 его 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 (см. – радиационный эффект стохастический).

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.

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 комптоновского рассеяния (см.).

496. *Ядерная медицина* (Nuclear medicine) – один из разделов медицинской радиологии (см.). Представляет собой совокупность материалов и препаратов, инструментария и методов радионуклидной 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 (см.) 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).

500. *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 (см. Принцип ALARA). 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 интрастатов при внутрисплетном облучении.

504. *CI* (Conformity index) – индекс конформности (см.).

505. *СТ* (Computed Tomography) – компьютерная томография (рентгеновская) (см. МСКТ).

506. *CBCT* (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) – клинический объем 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. Объем 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 общепотребительная 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 общепотребительная 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 – ПЭТ (см.).

536. *PMMA* (PolyMethyl MethAcrylate, Perspex, Lucite) – полиметилметакрилат, плексиглас, органическое стекло.

537. *PRV* (Planning Organ at Risk Volume) – объем критического органа для планирования терапевтического облучения. 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 жесткой 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 – ОФЭКТ (см.).

547. *SRS* (Stereotactic radiosurgery) – стереотаксическая радиохирurgia (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 расширяется.

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.)).  $TPR(d)=PDD(SSD, d)/PDD(SSD, d_{max})$ .

557. *TPR* (Tissue-Phantom Ratio) – отношение дозы в заданной точке фантома к дозе в той же точке поля на фиксированной опорной глубине.  $TPR(d)=PDD(SSD, d)/PDD(SSD, d_{ref})$ .

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 с контролем дыхания, таких как снижение амплитуды дыхания или блокировки пучка (облучения в окне дыхательного цикла).

## Список литературы

1. Наркевич Б.Я., Ратнер Т.Г., Моисеев А.Н. 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.).]
2. Наркевич Б.Я., Хмелев А.В., Крылов В.В., Кочетова Т.Ю. 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.).]

**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>, S.S. Rusetsky<sup>3</sup>, M.A. Kuznetsov<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *N.N. Blokhin National Medical Research Center for Oncology, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia*

<sup>2</sup> *Association of Medical Physicists of Russia, Moscow, 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*

The development of domestic medical radiology necessitates the development and systematization of the most frequently used terms with scientifically sound interpretation of their respective concepts and adequate translation into English. It is important to ensure the correct and unambiguous interpretation of the terms not only by professionals in the field of medical radiology, but also by specialists in related fields of knowledge. A glossary of terms in medical radiology is presented, which contains all the most commonly used terms in radiation diagnostics, radiation therapy, nuclear medicine and radiation safety, as well as explanations for each of them, adapted for the above specialists.

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

E-mail: [narvik@yandex.ru](mailto:narvik@yandex.ru)