

Утверждаю  
Руководитель Федеральной службы  
МУ 2.6.1.3700 по надзору в сфере защиты прав  
потребителей и благополучия человека,  
Главный государственный санитарный  
врач Российской Федерации  
А.Ю.ПОПОВА  
31 августа 2021 г.

**2.6.1. ГИГИЕНА. РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА.  
ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**ОЦЕНКА И УЧЕТ ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЗ У ПАЦИЕНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ  
РАДИОНУКЛИДНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
МУ 2.6.1.3700-21**

**I. Область применения**

1.1. Настоящие методические указания (далее - МУ) определяют методику оценки эффективных доз пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований с введением в организм пациентов радиофармацевтических лекарственных препаратов (далее - РФЛП).

1.2. МУ распространяются на радионуклидные диагностические исследования, выполняемые с введением пациенту РФЛП, методами сцинтиграфии, однофотонной эмиссионной томографии (далее - ОФЭКТ), позитронно-эмиссионной томографии (далее - ПЭТ), в том числе и совмещенных с компьютерной томографией (далее - ОФЭКТ/КТ; ПЭТ/КТ).

1.3. МУ не распространяются на радионуклидные терапевтические процедуры, выполняемые с введением пациенту РФЛП, для которых проводится индивидуальное планирование и оценка поглощенных доз в очагах, критических органах и других радиочувствительных органах и тканях пациента.

1.4. МУ предназначены для органов и организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, а также могут быть использованы организациями, осуществляющими радионуклидную диагностику с введением пациенту РФЛП и (или) ее контроль.

**II. Общие положения**

2.1. Для радионуклидных диагностических исследований применяют РФЛП, разрешенные для использования в Российской Федерации <1>.

-----  
<1> Федеральный [закон](#) от 12.04.2010 N 61-ФЗ "Об обращении лекарственных средств";  
[приказ](#) Минздрава России от 12.11.2020 N 1218н "Об утверждении порядка изготовления радиофармацевтических лекарственных препаратов непосредственно в медицинских организациях".

2.2. При проведении радионуклидных диагностических исследований для каждого пациента оценивается эффективная доза <2>. Эффективная доза определяется на основании поглощенных доз в радиочувствительных органах и тканях с учетом взвешивающих коэффициентов <3> для отдельных видов излучения ( $w_R$ ) и взвешивающих коэффициентов для органов и тканей ( $w_T$ ) <4>, определенных с учетом вероятности и тяжести отдаленных стохастических эффектов облучения этих органов. Взвешивающие коэффициенты для органов и тканей представляют собой долю от общего риска возникновения смертельных онкологических заболеваний и тяжелых наследственных эффектов в этом органе или ткани в случае однородного внешнего облучения. Сумма всех

взвешивающих коэффициентов равна единице:

$$\sum_T w_T = 1.$$

<2> СанПиН 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)" (далее - НРБ-99/2009).

<3> Пункт 8 приложения 7 к НРБ-99/2009.

<4> Пункт 9 приложения 7 к НРБ-99/2009.

В радионуклидной диагностике в качестве метки используются радионуклиды с гамма- и бета-излучением, для которых  $w_R = 1$ , поэтому для оценки эффективной дозы рассчитывают поглощенные дозы в радиочувствительных органах и суммируют их с учетом соответствующих взвешивающих коэффициентов для органов и тканей ( $w_T$ ).

2.3. Оценка и учет эффективных доз медицинского облучения пациентов позволяет решить следующие практические задачи:

- сравнить разные виды рентгеновской и радионуклидной диагностики по их радиационному воздействию и обеспечить учет доз у пациента при их проведении;

- обосновать назначение радионуклидного диагностического исследования по сравнению с риском недополучения диагностической информации;

- оптимизировать радиационную защиту пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований путем установления и применения референтных диагностических уровней;

- анализировать динамику и уровни медицинского облучения населения при применении радионуклидных диагностических исследований;

- оценить вклад медицинского облучения при проведении радионуклидных диагностических исследований в суммарную коллективную дозу у населения отдельных регионов и страны в целом.

2.4. Учет доз, полученных пациентами при проведении радионуклидных диагностических исследований, является обязательным <5> и осуществляется в рамках программы производственного радиационного контроля и единой государственной системы контроля и учета доз облучения граждан (ЕСКИД) <6>.

<5> Статья 18 Федерального закона от 09.01.1996 N 3-ФЗ "О радиационной безопасности населения".

<6> Постановление Правительства Российской Федерации от 16.06.97 N 718 "О порядке создания единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан".

### III. Оценка эффективных доз пациентов

3.1 Эффективная доза, полученная референтным пациентом возраста  $\theta$  в при проведении радионуклидного диагностического исследования, определяется видом введенного РФЛП и его активностью. На практике ее вычисляют как произведение введенной активности на возраст-зависимый дозовый коэффициент, соответствующий этому РФЛП по формуле 1:

$$E(\theta) = K_E(\theta) \cdot A_{\text{РФЛП}}, \text{ мЗв, где (1)}$$

$E(\theta)$  - эффективная доза, полученная пациентом возраста  $\theta$  лет (мЗв);  $K_E(\theta)$  - возраст-зависимый дозовый коэффициент, равный эффективной дозе, полученной пациентом в результате



поступления в организм человека единичной активности РФЛП (мЗв/МБк);  $A_{\text{РФЛП}}$  - активность введенного РФЛП, (МБк), которую определяют как разность двух измерений активности радионуклида в РФЛП на радиометре-дозкалибраторе: наполненного для введения пациенту шприца и шприца после введения РФЛП пациенту.

Значения возраст-зависимых дозовых коэффициентов  $K_E(\theta)$  для РФЛП, которые применяются в мировой практике ядерной медицины или в клинических исследованиях, приведены в [приложении](#) к настоящим МУ для пяти возрастных групп пациентов (0 - 2 года, 3 - 7 лет, 8 - 12 лет, 13 - 17 лет и взрослые начиная с 18 лет).

3.2. Допускается проводить расчет эффективных доз пациентов на основе данных о биораспределении РФЛП в теле пациента и значений поглощенных доз в радиочувствительных органах и тканях, полученных с использованием специализированного программного обеспечения (например, Оценка уровней доз внутреннего облучения (англ. Organ Level Internal Dose Assessment, далее - OLINDA), Компьютерная оценка доз внутреннего облучения (англ. Internal Dose Assessment by Computer, далее - IDAC) <7> (далее - ПО), или дозовых коэффициентов из инструкций по применению РФЛП <8>.

<7> Официальный сайт программного обеспечения Organ Level Internal Dose Assessment: <https://www.hermesmedical.com/dosimetry/>; Официальный сайт программного обеспечения Internal Dose Assessment by Computer: <https://www.idac-dose.org>.

<8> Федеральный [закон](#) от 12.04.2010 N 61-ФЗ "Об обращении лекарственных средств"; [решение](#) Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 N 78 "О Правилах регистрации и экспертизы лекарственных средств для медицинского применения"; [приказ](#) Минздрава России от 21.09.2016 N 724н "Об утверждении требований к инструкции по медицинскому применению лекарственных препаратов".

#### IV. Представление данных для учета в медицинской организации и в формы государственной отчетности

4.1. Эффективную дозу пациента от каждого проведенного радионуклидного диагностического исследования с введением пациенту РФЛП заносят в бланк врачебного заключения, протокол исследования и журнал учета радионуклидных исследований. В медицинской организации, направившей пациента на исследование, сведения о дате и методе исследования, наименовании РФЛП, введенной активности и дозах облучения заносятся в "Лист учета дозовых нагрузок пациента" <9>, который клеивается в медицинскую карту пациента, или вносятся в электронную карту пациента. Данная информация сохраняется в медицинских организациях в течение всего срока хранения медицинской документации.

<9> [СанПиН 2.6.1.1192-03](#) "Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований"; [СанПиН 2.6.1.3288-15](#) "Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии".

4.2. Если исследование проводится в два этапа с повторным введением РФЛП или введением нескольких РФЛП (например, исследование миокарда в покое и при нагрузке или исследование паращитовидной и щитовидной желез), то оно учитывается как два отдельных исследования у одного пациента. Введение РФЛП пациенту считается одним исследованием, независимо от числа сканирований, выполненных после введения.

При проведении радионуклидных диагностических исследований, совмещенных с компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ, ПЭТ/КТ), эффективную дозу пациента определяют по формуле 2:

$$E_{\text{сумм}} = E_{\text{РФЛП}} + E_{\text{КТ}}, \text{ мЗв, где (2)}$$

$E_{\text{сумм}}$  - суммарная эффективная доза пациента за счет сочетанного внутреннего и внешнего облучения (мЗв);

$E_{\text{РФЛП}}$  - эффективная доза внутреннего облучения за счет введения РФЛП (мЗв);

$E_{\text{КТ}}$  - эффективная доза внешнего рентгеновского облучения за счет проведения компьютерной томографии (мЗв), определенная согласно утвержденной методике <10>.

-----  
<10> МУ 2.6.1.2944-11 "Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований", утвержденные Роспотребнадзором 19.07.2011, с изменениями, внесенными МУ 2.6.1.3584-19 "Изменения в МУ 2.6.1.2944-11 "Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований", утвержденными Роспотребнадзором 30.10.2019 (далее - МУ 2.6.1.2944-11).

В случае проведения пациенту нескольких КТ-сканирований в рамках одного исследования учитывается суммарная эффективная доза от всех сканирований.

4.3. Раз в год или после изменения методик и (или) протоколов проведения радионуклидных диагностических исследований проводят определение стандартных активностей и стандартных эффективных доз взрослых пациентов для каждого диагностического исследования. Стандартная эффективная доза или активность - средняя активность или эффективная доза от внутреннего облучения, определенная для выборки из не менее чем 20 взрослых пациентов. В связи с большими объемами данных, которые необходимо анализировать для определения стандартных эффективных доз и стандартных активностей, рекомендуется использовать специализированное ПО мониторинга доз. При автоматическом сборе используются данные всех пациентов.

При проведении радионуклидных диагностических исследований, совмещенных с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ, ОФЭКТ/КТ), стандартная эффективная доза определяется для каждого из методов отдельно и за все исследование в целом.

По результатам определения стандартных доз и активностей оформляется протокол. Стандартные значения эффективных доз используют при заполнении формы государственного статистического наблюдения **№ 3-ДОЗ** "Сведения о дозах облучения пациентов при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований" <11>.

-----  
<11> Методические **рекомендации** по обеспечению радиационной безопасности "Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ", утвержденные Роспотребнадзором 16.02.2007 № 0100/1659-07-26.

4.4. Определение стандартных эффективных доз и активностей проводится уполномоченным персоналом (например, медицинский физик, инженер).

## **V. Оценка эффективных доз с использованием референтных диагностических уровней**

5.1. Значения стандартных эффективных доз и стандартных активностей используются при проведении оптимизации протоколов радионуклидных диагностических исследований в медицинской организации путем сравнения их с соответствующими значениями референтных диагностических уровней (далее - РДУ).

5.2. РДУ в радионуклидной диагностике - установленное значение стандартной активности РФЛП, вводимого пациенту, или стандартной эффективной дозы при проведении типовых процедур радионуклидной диагностики с данным препаратом в стране. РДУ устанавливаются как 75-й перцентиль распределения кабинетов (аппаратов) для радионуклидной диагностики по стандартной эффективной дозе или активности.

Последовательность установления РДУ для оптимизации защиты пациента при проведении выбранного радионуклидного диагностического исследования включает следующие основные этапы:

- определение индивидуальных эффективных доз и вводимых активностей у группы взрослых пациентов при проведении данного исследования с введением определенного РФЛП на каждом из множества выбранных кабинетов (аппаратов) для радионуклидной диагностики с типовым



протоколом проведения исследования;

- вычисление стандартной эффективной дозы и активности для данной процедуры для каждого из выбранных кабинетов (аппаратов) для радионуклидной диагностики;

- построение распределения числа выбранных аппаратов для радионуклидной диагностики по интервалам значений стандартной эффективной дозы и активности для данного исследования;

- определение значения РДУ для данного исследования как 75-го перцентиля распределения числа кабинетов (аппаратов) по значениям стандартной эффективной дозы и активности.

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

- достижимая доза - медиана (50-й перцентиль) распределения числа кабинетов (аппаратов) радионуклидной диагностики по значениям стандартной эффективной дозы и активности. Достижимая доза представляет собой ориентир для проведения оптимизационных мероприятий в том случае, если стандартная эффективная доза и (или) активность ниже установленного значения РДУ;

- аномально низкая доза - 10-й перцентиль распределения числа кабинетов (аппаратов) для радионуклидной диагностики по значениям стандартной эффективной дозы и активности.

5.4. Совокупность кабинетов (аппаратов) для радионуклидной диагностики для установления РДУ должна быть представительной в отношении географии их распределения, основных моделей и протоколов проведения исследований. Для каждого выбранного радионуклидного диагностического исследования в выборку аппаратов рекомендуется включать не менее 50% аппаратного парка. При этом следует отдавать предпочтение аппаратам, установленным в крупных медицинских организациях с высоким потоком пациентов. На первом этапе для установления РДУ возможно использовать данные по не менее 20 аппаратам одного типа.

5.5. РДУ не являются фиксированными величинами и пересматриваются не реже чем один раз в 5 лет. Установление новых значений РДУ позволит учесть обновление аппаратного парка, повышение квалификации медицинского персонала, внедрение новых видов и методик выполнения радионуклидных диагностических исследований, а также оценить практический эффект от оптимизации.

5.6. Для выявления кабинетов (аппаратов) радионуклидной диагностики с аномально высокими и низкими стандартными эффективными дозами и активностями определяется стандартное отклонение по формуле 3 <12>:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \text{ где (3)}$$

$\Sigma$  - стандартное отклонение;

n - выборка пациентов, по которой была определена стандартная эффективная доза и (или) активность;

$x_i$  - значение индивидуальной дозы для пациента i;

$\bar{x}$  - стандартная эффективная доза или активность.

-----  
<12> [ГОСТ Р 50779](#).

К аномально высоким эффективным дозам и активностям относятся значения стандартных эффективных доз и активностей, которые превышают значения РДУ плюс два стандартных отклонения. К аномально низким дозам относятся значения стандартных эффективных доз и активностей, которые находятся ниже 10-го перцентиля распределения кабинетов (аппаратов) по стандартным дозам минус два стандартных отклонения.

Рекомендованные значения федеральных РДУ для наиболее распространенных радионуклидных диагностических исследований взрослых пациентов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения референтных диагностических уровней (РДУ)  
для радионуклидных диагностических исследований взрослых  
пациентов с введением им РФЛП

Исследуемый орган и РФЛП	Вводимая активность радионуклида в РФЛП, МБк	Эффективная доза, мЗв
Все тело с <sup>123</sup> I-метайодбензилгуанидина (далее - МИБГ)	325	4,2
Щитовидная железа <sup>99m</sup> Tc-пертехнетат	150	2,0
Паращитовидная железа <sup>99m</sup> Tc-технетрил	600	5,4
Скелет <sup>99m</sup> Tc-фосфаты и фосфонаты	600	3,4
Почки <sup>99m</sup> Tc-технемек	120	1,0
Почки <sup>99m</sup> Tc-технемаг	150	1,0
Почки <sup>99m</sup> Tc-пентатех	200	1,0
Легкие <sup>99m</sup> Tc-макротех	185	2,0
Печень <sup>99m</sup> Tc-бромезида	130	2,2
Печень <sup>99m</sup> Tc-технефит	140	1,3
Сердце <sup>99m</sup> Tc-технетрил	500	4,5
Все тело <sup>18</sup> F-фтордезоксиглюкоза	350	6,6
Головной мозг <sup>18</sup> F-фтордезоксиглюкоза	200	3,8
Головной мозг <sup>11</sup> C-метионин	500	4,2

5.7. Для исследования детей используют меньшие активности, чем для взрослых пациентов, компенсируя большую радиочувствительность детей и более высокую дозу на единицу вводимой активности. Радионуклидное исследование детям проводят по клиническим показаниям в тех случаях, когда диагностическую информацию невозможно получить другими (нелучевыми) способами, уменьшая вводимую активность пропорционально массе тела по сравнению со взрослыми. В табл. 2 представлены значения понижающих коэффициентов в зависимости от массы тела пациента, которые рекомендуется использовать при определении активности, вводимой детям.

Таблица 2

Коэффициенты понижения вводимой активности РФЛП детям  
по сравнению со взрослыми пациентами в зависимости от массы  
тела пациента в возрасте меньше 18 лет

Масса тела, кг	Доля от активности взрослых	Масса тела, кг	Доля от активности взрослых
Меньше 5	0,1 - 0,15	35	0,7
10	0,28	40	0,76



15	0,38	45	0,82
20	0,46	50	0,87
25	0,55	55	0,93
30	0,62	60	0,97

## VI. Неопределенности при определении эффективной дозы

6.1. Эффективная доза - не измеряемая величина, это расчетный условный параметр, используемый для целей сравнения разных видов деятельности с источниками ионизирующего излучения по риску отдаленных стохастических эффектов. Эффективную дозу оценивают с использованием фантомов мужчины и женщины, усредняя оценки поглощенных доз в органах и тканях условного человека. При оценке дозы для детей используются фантомы детей референтных возрастов 1, 5, 10, 15 лет. Взвешивающие коэффициенты для органов и тканей учитывают усредненные по возрасту и полу риски стохастических эффектов для стандартной половозрастной структуры населения. Полученные таким образом оценки эффективных доз не предназначены для оценки риска облучения конкретного человека и не используются для эпидемиологических исследований.

6.2. Приведенные в [приложении](#) к настоящим МУ дозовые коэффициенты ( $K_E$ ) не учитывают различий, обусловленных разницей в росте и массе тела в пределах возрастной группы, размере и форме органов, различий пола. Эффективная доза взрослого пациента среднего возраста может отличаться от расчетного значения не более чем в два раза. При облучении детей младшего возраста риск отдаленных стохастических эффектов может быть в два-три раза выше, а при облучении пациентов старше 60 лет примерно в три раза ниже, чем дает расчетное значение дозы для условного человека.

6.3. Дозовые коэффициенты в [приложении](#) к настоящим МУ представлены для нормального обмена вводимого РФЛП в организме, и лишь в некоторых случаях приведены оценки доз для патологических состояний. Например, при введении коллоида, меченого  $^{99m}\text{Tc}$  или  $^{98}\text{Au}$ , которые преимущественно накапливаются в печени, селезенке и красном костном мозге, эффективная доза представлена для пациентов с тремя разными состояниями печени: нормальное и диффузное паренхиматозное заболевание печени двух градаций - от раннего до среднего и от среднего до тяжелого. Эти категории различаются не только биокинетикой РФЛП в организме, но и массой печени и селезенки.

6.4. В отдельных случаях дозовые коэффициенты разработаны по обобщенной биокинетической модели для некоторых классов РФЛП (например, моноклональных антител, индикаторов мозговых рецепторов, аминокислот). Это относится главным образом к РФЛП, содержащим ультракороткоживущие радионуклиды, которые используются в ПЭТ. Обобщенные модели получены для рассматриваемых классов веществ, меченных более долгоживущими радионуклидами. Оценки эффективных доз по обобщенной и уточненной для отдельных РФЛП моделям различаются не более чем в 1,5 - 2 раза, что допустимо при оценке эффективной дозы пациента.

6.5. Обобщенная модель для большого разнообразия моноклональных опухоль-ассоциированных антител с радиоактивной меткой основана на выявленных общих чертах в поведении антител после введения пациенту. После внутривенной инъекции наибольшее накопление наблюдается в органах с высокой кровеносной перфузией, таких как печень, селезенка, костный мозг и почки. Поглощение органом, скорость разложения и элиминации главным образом зависят от размера молекулы, причем интактная молекула захватывается в основном печенью и костным мозгом, тогда как более мелкие фрагменты концентрируются в большей степени в почках. Обобщенная биокинетическая модель предполагает основное поглощение в вышеупомянутых органах и равномерное распределение остатка в остальной части тела для интактного антитела и "больших" ( $F(ab')_2$ ), и "малых" ( $F(ab')$ ) фрагментов.

6.6. Для РФЛП, меченных  $^{11}\text{C}$ , для которых сложно получить биокинетические параметры, используется "модель наихудшего сценария". В ней предполагается, что 50% эффективной дозы формируется за счет облучения мочевого пузыря при быстром выведении активности, другие 50% - за счет равномерного распределения РФЛП во всем теле. Использование такой модели дает консервативную оценку эффективной дозы, которую может получить пациент при исследовании

любым РФЛП, меченым данным радионуклидом.

6.7. В том случае, если для конкретного РФЛП отсутствуют дозовые коэффициенты в [приложении](#) к настоящим МУ, рекомендуется использовать коэффициент для обобщенной биокинетической модели для подходящей биологической молекулы.

Приложение  
к МУ 2.6.1.3700-21

**ЧИСЛЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ  
ДОЗОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ  
У ПАЦИЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ  
В ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ**



Изотоп, период полураспада	Вещество	Способ введения <1>	Состояние обмена	Дозовые коэффициенты, мЗв/МБк				
				Взрослые	12 - 17 лет	8 - 12 лет	3 - 7 лет	0 - 2 года
<sup>3</sup> H, T = 12,35 лет	Вода	в/в	Норма	0,016	0,016	0,018	0,024	0,045
	Инулин	в/в	Нормальная функция почек	0,0012	0,0015	0,0024	0,0038	0,0075
	Инулин	в/в	Аномальная функция почек	0,0022	0,0027	0,0044	0,0071	0,014
	Нейтральный жир и свободные жирные кислоты	в/в	Норма	0,22	-	-	-	-
<sup>11</sup> C, T = 20,38 мин	Аминокислоты <2> (общая дозиметрическая модель)	в/в	Норма	0,0056	0,0075	0,018	0,025	0,045
	Ацетат	в/в	Норма	0,0035	0,0043	0,0065	0,0099	0,018
	Бутират натрия	в/в	Норма	0,0042	0,0053	0,008	0,012	0,023
	Оксид	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,0048	0,0064	0,0095	0,015	0,029
	Оксид	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,0032	0,0039	0,0063	0,011	0,019
	Диоксид	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,0016	0,0019	0,003	0,0048	0,0093

	Диоксид	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,001	0,0012	0,0019	0,003	0,0059
	Метионин	в/в	Норма	0,0084	0,011	0,017	0,026	0,047
	Метил- <sup>11</sup> C-тимидин	в/в	Норма	0,0035	0,0044	0,0068	0,011	0,02
	<sup>11</sup> C-раклоприд	в/в	Норма	0,005	0,0064	0,0098	0,02	0,03
<sup>11</sup> C, T = 20,38 мин	2- <sup>11</sup> C-тимидин	в/в	Норма	0,0027	0,0034	0,0053	0,0084	0,016
	Эритроциты	в/в	Норма	0,005	0,0061	0,01	0,016	0,03
	Спиперон	в/в	Норма	0,0053	0,007	0,011	0,016	0,03
<sup>11</sup> C, T = 20,38 мин	Индикаторы мозговых рецепторов <3>, общая дозиметрическая модель	в/в	Норма	0,0043	0,0055	0,0086	0,014	0,026
	Меченные <sup>11</sup> C вещества (модель наихудшего сценария)	в/в	Норма	0,011	0,014	0,021	0,033	0,061
	Холин	в/в	Норма	0,0044	-	-	-	-
<sup>14</sup> C, T = 5730 лет	Инулин	в/в	Нормальная функция почек	0,0082	0,0097	0,016	0,025	0,048
	Инулин	в/в	Аномальная функция почек	0,019	0,023	0,038	0,061	0,12
	Мочевина	в/в или п/о	Норма	0,031	-	-	-	-
	Мочевина	в/в	Helicobacter pylori	0,081	-	-	-	-
	Нейтральные жиры или	в/в	Норма	2,1	-	-	-	-



	свободные жирные кислоты							
<sup>13</sup> N, T = 9,91 мин	Газ	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,00038	0,00057	0,00083	0,0013	0,0024
	Газ	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,00043	0,00067	0,00096	0,0014	0,003
	Газ в растворе	в/в	Норма	0,00041	0,00064	0,00091	0,0014	0,0028
	Аммиак водный	в/в	Норма	0,002	0,0024	0,0036	0,0067	0,011
	Алютамат	в/в	Норма	0,0039	0,0051	0,0087	0,012	0,023
<sup>15</sup> O, T = 122 сек	Оксид углерода	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,00081	0,0011	0,0018	0,0029	0,0056
<sup>15</sup> O, T = 122 сек	Оксид углерода	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,00055	0,00072	0,0012	0,0019	0,0037
<sup>15</sup> O, T = 122 сек	Диоксид углерода	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,00051	0,00064	0,001	0,0016	0,0031
	Диоксид углерода	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,00038	0,00048	0,00074	0,0011	0,0023
	Газ	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,00037	0,00054	0,00081	0,0012	0,0025
<sup>15</sup> O,	Газ	непрерывная	Норма	0,0004	0,0006	0,00089	0,0014	0,0028

T = 122 сек		ингаляция 1 ч						
	Вода	в/в	Норма	0,0011	0,0014	0,0023	0,0038	0,0077
<sup>18</sup> F, T = 1,84 час	Аминокислоты <2> (общая дозиметрическая модель)	в/в	Норма	0,023	0,031	0,066	0,093	0,16
	Фтортимидин (англ. Fluorothymidine - FLT)	в/в	Норма	0,015	0,019	0,029	0,046	0,088
	Индикаторы мозговых рецепторов <3>, общая дозиметрическая модель	в/в	Норма	0,028	0,037	0,054	0,078	0,18
	Простатспецифический мембранный антиген (ПСМА)	в/в	Норма	0,022	-	-	-	-
	Фторид	в/в	Норма	0,017	0,02	0,033	0,056	0,11
	Фтородиоксиглюкоза (ФДГ)	в/в	Норма	0,019	0,024	0,037	0,056	0,095
	Фторэстрадиол (англ. Fluoroestradiol - FES)	в/в	Норма	0,024	-	-	-	-
	Холин	в/в	Норма	0,02	0,024	0,037	0,057	0,1
	6-фтор-3,4-дигидрокси- L-фенилаланин (ФторДОФА)	в/в	Норма	0,025	0,032	0,049	0,07	0,1
<sup>22</sup> Na, T = 2,60 лет	-	в/в	Норма	2,6	3,1	4,6	7,4	14
<sup>24</sup> Na,	-	в/в	Норма	0,32	0,37	0,57	0,94	1,8



T = 15 час		п/о	Норма	0,36	0,42	0,65	1,0	1,9
<sup>28</sup> Mg, T = 20,9 час	-	в/в	Норма	0,72	0,85	1,4	2,6	5,5
<sup>32</sup> P T = 14,28 сут.	Фосфат	в/в или п/о	Норма	2,4	3,3	5,6	11	24
<sup>33</sup> P T = 25,4 сут.	Фосфат	в/в или п/о	Норма	0,66	0,88	1,5	3,0	6,4
<sup>35</sup> S, T = 87,44 сут.	Сульфат	в/в или п/о	Норма	0,09	0,11	0,18	0,31	0,62
<sup>34m</sup> Cl, T = 32 МИН	Хлорид	в/в или п/о	Норма	0,014	0,029	0,047	0,075	0,15
<sup>36</sup> Cl, T = 301 тыс. лет	Хлорид	в/в или п/о	Норма	0,67	0,8	1,3	2,3	4,7
<sup>38</sup> Cl, T = 37,21 МИН	Хлорид	в/в или п/о	Норма	0,01	0,02	0,03	0,04	0,09
<sup>42</sup> K, T = 12,36 час	-	в/в	Норма	0,28	0,34	0,56	0,94	1,9
		п/о	Норма	0,34	0,41	0,67	1,1	2,4
<sup>43</sup> K, T = 22,6 час	-	п/о	Норма	0,22	0,25	0,39	0,62	1,2
<sup>46</sup> Sc, T = 83,83	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	1,6	1,5	3,2	5,0	8,9

сут.	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	1,7	2,0	3,3	5,0	9,1
<sup>47</sup> Sc, T = 3,351 сут.	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	0,74	0,96	1,7	2,8	5,6
	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	0,76	0,99	1,7	2,9	5,7
<sup>45</sup> Ca, T = 163 сут.	-	в/в	Норма	3,1	4,1	7,1	13	28
		п/о	Норма	1,8	2,5	4,2	7,7	16
<sup>47</sup> Ca, T = 4,53 сут.	-	в/в	Норма	1,2	1,5	2,5	4,2	9,4
		п/о	Норма	1,8	2,6	4,4	7,3	15
<sup>51</sup> Cr, T = 27,70 сут.	Хлорид	в/в	Норма	0,068	0,086	0,13	0,19	0,34
	Этилендиаминтетрауксая кислота (ЭДТА)	в/в	Норма	0,002	0,0026	0,0039	0,0052	0,007
	Этилендиаминтетрауксая кислота (ЭДТА)	в/в	Нарушение функции почек	0,0047	0,0058	0,0083	0,013	0,22
	Этилендиаминтетрауксая кислота (ЭДТА)	п/о	Норма	0,031	0,04	0,066	0,11	0,2
	Тромбоциты	в/в	Норма	0,14	0,2	0,31	0,48	0,87
	Эритроциты	в/в	Норма	0,17	0,22	0,34	0,52	0,98
<sup>51</sup> Cr, T = 27,70 сут.	Денатурированные эритроциты	в/в	Норма	0,18	0,24	0,37	0,58	1,0
	Лейкоциты	в/в	Норма	0,12	0,18	0,27	0,42	0,82
	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	0,04	0,06	0,1	0,15	0,29

	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	0,05	0,06	0,12	0,18	0,35
<sup>52</sup> Fe, T = 8,275 час	-	в/в	Норма	1,1	1,2	2,1	3,7	7,7
		п/о	Норма	0,71	1,03	1,7	2,7	5,4
<sup>55</sup> Fe, T = 2,7 лет	-	в/в	Норма	4,0	5,4	8,8	9,7	19
		п/о	Норма	0,42	0,58	0,93	1,6	3,3
<sup>59</sup> Fe, T = 44,53 сут.	-	в/в	Норма	10	12	18	28	52
		п/о	Норма	2,0	2,5	4,0	6,2	11
<sup>57</sup> Co, T = 270,9 сут.	Блеомицин	-	Норма	0,047	0,06	0,084	0,13	0,23
	Витамин В12	в/в (без носителя)	Норма	4,4	5,5	8,3	12	21
	Витамин В12	в/в (с носителем)	Норма	0,46	0,58	0,87	1,3	2,3
	Витамин В12	п/о (без промывания)	Норма	3,1	4,0	6,0	8,5	15
<sup>57</sup> Co, T = 270,9 сут.	Витамин В12	п/о (с промыванием )	Норма	2,1	2,6	3,9	5,6	8,2
<sup>58</sup> Co, T = 70,8 сут.	Витамин В12	в/в (без носителя)	Норма	8,2	9,7	15	22	36
	Витамин В12	в/в (с носителем)	Норма	0,89	1,1	1,6	2,3	4,0
<sup>58</sup> Co, T = 70,8 сут.	Витамин В12	п/о (без промывания)	Норма	5,9	7,3	11	16	28
	Витамин В12	п/о (с	Норма	4,0	4,9	7,3	11	18



		промыванием )						
<sup>64</sup> Cu, T = 12,70 1 час	-	в/в	Норма	0,036	0,045	0,068	0,1	0,19
<sup>67</sup> Cu, T = 61,86 час	-	в/в	Норма	0,15	0,18	0,28	0,42	0,82
<sup>62</sup> Zn, T = 9,26 час	-	в/в	Норма	0,35	0,47	0,71	1,1	2,2
<sup>65</sup> Zn, T = 243,9 сут.	-	в/в	Норма	8,4	9,9	14	28	37
<sup>69m</sup> Zn, T = 13,76 час	-	в/в	Норма	0,14	0,17	0,26	0,41	0,8
<sup>66</sup> Ga, T = 9,4 час	Цитрат	в/в	Норма	0,32	0,4	0,66	1,1	2,2
<sup>67</sup> Ga, T = 78,26 час	Цитрат	в/в	Норма	0,1	0,13	0,2	0,33	0,64
<sup>68</sup> Ga, T = 68 мин	Цитрат	в/в	Норма	0,02	0,025	0,042	0,07	0,14
	Этилендиаминтетраукс сная кислота (ЭДТА)	в/в	Норма	0,04	0,052	0,075	0,095	0,18
	Агонист соматостатиновых рецепторов ДОТА-НОК	в/в	Норма	0,017	-	-	-	-

	Агонист соматостатиновых рецепторов ДОТА-ТАТЕ	в/в	Норма	0,023	-	-	-	-
	Агонист соматостатиновых рецепторов ДОТА-ТОК	в/в	Норма	0,023	-	-	-	-
	Белок активации фибробластов ДОТА-ФАПИ-04	в/в	Норма	0,0078	-	-	-	-
	Простатспецифический мембранный антиген (ПСМА)	в/в	Норма	0,020	-	-	-	-
<sup>72</sup> Ga, T = 14,1 час	Цитрат	в/в	Норма	0,34	0,43	0,68	1,1	2,0
<sup>72</sup> As, T = 26 час	Арсенат, арсенит	в/в	Норма	0,36	0,44	0,69	1,0	2,0
<sup>74</sup> As, T = 17,76 сут.	Арсенат, арсенит	в/в	Норма	0,51	0,62	0,97	1,4	2,8
<sup>76</sup> As, T = 26,32 час	Арсенат, арсенит	в/в	Норма	0,28	0,34	0,54	0,86	1,7
<sup>75</sup> Se, T = 119,8 сут.	Селенит	в/в	Норма	2,6	3,3	5,1	7,1	12
	Селенметилхолестерол	в/в	Норма	1,5	1,9	2,7	4,0	6,8
<sup>75</sup> Se, T = 119,8 сут.	Селенметионин	в/в	Норма	2,5	3,2	5,4	7,8	12
	Желчная кислота	в/в	Норма	0,69	0,86	1,3	2,0	3,9
	Аминокислоты <2> ,	в/в	Норма	2,2	2,9	5,3	7,6	13

	общая дозиметрическая модель							
<sup>76</sup> Br, T = 16,2 час	Бромид	в/в	Норма	0,28	0,33	0,51	0,8	0,5
<sup>77</sup> Br, T = 56 час	Бромид	в/в	Норма	0,077	0,09	0,13	0,2	0,35
	Бромспирерон	в/в	Норма	0,085	0,11	0,16	0,23	0,41
<sup>82</sup> Br, T = 35,3 час	Бромид	в/в	Норма	0,4	0,46	0,68	1,0	1,8
<sup>81m</sup> Kr, T = 13 сек.	Криптон	в/в	Норма	2,7E-05	4,0E-05	5,7E-05	8,8E-05	1,7E-04
<sup>81</sup> Rb, T = 4,58 час	Рубидий	в/в	Норма	0,028	0,033	0,051	0,1	0,2
	Денатурированные эритроциты	в/в	Норма	0,14	0,2	0,3	0,47	0,88
<sup>82</sup> Rb, T = 1,3 мин	Рубидий	в/в	Норма	0,0034	0,0047	0,0071	0,013	0,023
	Хлорид	в/в	Норма	0,0011	0,0014	0,003	0,0049	0,0085
<sup>84</sup> Rb, T = 32,77 сут.	Рубидий	в/в	Норма	2,8	3,4	5,1	8,6	16
<sup>86</sup> Rb, T = 18,66 сут.	Рубидий	в/в	Норма	3,0	3,7	5,9	11	22
<sup>85</sup> Sr, T = 64,84 сут.	Стронций	в/в	Норма	0,79	0,93	1,4	2,1	4,0



<sup>87m</sup> Sr, T = 2,805 час	Стронций	в/в	Норма	0,0064	0,0077	0,012	0,025	0,039
<sup>89</sup> Sr, T = 50,5 сут.	Стронций	в/в	Норма	3,1	4,0	7,0	13	27
<sup>99m</sup> Tc, T = 6,02 час	Альбумин	в/в	Норма	0,0061	0,0075	0,012	0,018	0,032
	Апцитид	в/в	Норма	0,0047	0,006	0,0091	0,014	0,025
	Аэрозоли с быстрым клиренсом из легких	ингаляция	Норма	0,0061	0,0079	0,011	0,017	0,031
	Аэрозоли с медленным клиренсом из легких	ингаляция	Норма	0,014	0,02	0,029	0,043	0,079
	Гепарин	в/в	Норма	0,0055	0,007	0,011	0,016	0,029
	Глюконат, глюкогептонат	в/в	Норма	0,0054	0,0066	0,0096	0,014	0,025
	Денатурированные эритроциты	в/в	Норма	0,0019	0,0026	0,0039	0,006	0,01
	Иммуноглобулин человека	в/в	Норма	0,007	0,0094	0,021	0,029	0,047
	Коллоид мелкодисперсный	Внутриопухол евое	Удаление через 6 час.	0,0012	0,0014	-	-	-
	Коллоид мелкодисперсный	Внутриопухол евое	Удаление через 18 час.	0,002	0,0024	-	-	-
	Коллоид мелкодисперсный	в/в	Норма	0,0097	0,013	0,02	0,03	0,053
Коллоид мелкодисперсный	в/в	Ранняя - средняя	0,015	-	-	-	-	

			стадия дифф. паренх. поражения печени					
<sup>99m</sup> Tc, T = 6,02 час	Коллоид мелкодисперсный	в/в	Средняя - развитая стадия дифф. паренх. поражения печени	0,018	-	-	-	-
	Лейкоциты	в/в	Норма	0,011	0,014	0,022	0,034	0,062
	Макротех (МАА, макроагрегат альбумина)	в/в	Норма	0,011	0,016	0,023	0,034	0,063
	Микросферы альбумина	в/в	Норма	0,01	0,015	0,02	0,03	0,056
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Целые антитела	0,0098	0,012	0,019	0,03	0,054
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	F(ab') <sub>2</sub> фрагменты	0,0097	0,012	0,018	0,029	0,052
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	F(ab') фрагменты	0,011	0,014	0,02	0,032	0,059
	Неуспеиваемые маркеры (жидкости)	п/о	Норма	0,019	0,025	0,039	0,062	0,11
	Неуспеиваемые маркеры (твердотельные)	п/о	Норма	0,024	0,031	0,048	0,076	0,14
	Микросферы альбумина	в/в	Норма	0,01	0,015	0,02	0,03	0,056

	Диэтилентриаминпентауксусная кислота (ДТПА) (например, пентатех)	в/в	Нормальная функция почек	0,0049	0,0063	0,0094	0,012	0,016
	Диэтилентриаминпентауксусная кислота (ДТПА) (например, пентатех)	в/в	Нарушение функции почек.	0,0046	0,0058	0,0087	0,013	0,021
	Пеницилламин	в/в	Норма	0,0073	0,009	0,013	0,019	0,033
	Пертехнегаз	ингаляция	Норма	0,012	0,016	0,023	0,037	0,071
	Пертехнетат	в/в	Норма	0,013	0,017	0,026	0,042	0,079
	Пертехнетат	в/в	С блокир. агентом	0,0046	0,0058	0,0087	0,012	0,020
<sup>99m</sup> Tc, T = 6,02 час	Пертехнетат	п/о	Без блокир. агента	0,016	0,021	0,032	0,052	0,098
	Плазмин	в/в	Норма	0,0073	0,01	0,015	0,023	0,04
	Производные иминодиуксусной кислоты (ИДА) (например, бромезид, бутилацетанилидоиминодиуксусная кислота (БИДА), диизопропилиминолиуксусная кислота (ДИЗИДА), диэтилиминолиуксусная кислота (ЭИДА), (2,6-диэтилацетанилид)-иминодиуксусная кислота (ГИДА), п-бутилиминолиуксусная кислота (ПБИДА), меброфенин)	в/в	Норма	0,016	0,02	0,027	0,043	0,1
		в/в	Паренхиматозные нарушения печени	0,0094	0,012	0,019	0,028	0,051
		в/в	Окклюзия пузырного протока	0,014	0,018	0,029	0,045	0,082
в/в		Окклюзия общего желчного протока	0,0075	0,0096	0,015	0,022	0,038	



	Коллоид крупнодисперсный (например, технефит)	в/в	Норма	0,0091	0,012	0,018	0,027	0,049
	Коллоид крупнодисперсный (например, технефит)	в/в	Ранняя - средняя стадия дифф. паренх. поражения печени	0,011	0,014	0,021	0,032	0,057
	Коллоид крупнодисперсный (например, технефит)	в/в	Средняя - развитая стадия дифф. паренх. поражения печени	0,012	0,016	0,024	0,037	0,068
	Гексаметилпропиленам иноксим (англ. hexamethylpropyleneami neoxide - НМРАО) (например, теоксим, церетек)	в/в	Норма	0,0093	0,011	0,017	0,027	0,049/0,12 (новорожденный)
<sup>99m</sup> Tc, T = 6,02 час	Тетрофосмин	в/в	В покое	0,008	0,01	0,015	0,024	0,046
	Тетрофосмин	в/в	При физической нагрузке	0,0069	0,0088	0,013	0,021	0,039
	Технегаз	ингаляция	Норма	0,015	0,022	0,031	0,047	0,087
	Технемаг (меркаптоацетилтриглицин МАГЗ)	в/в	Нормальная функция почек	0,007	0,009	0,012	0,012	0,022
	Технемаг	в/в	Нарушение	0,0061	0,0078	0,01	0,011	0,019

	(меркаптоацетилтриглицин МАГЗ)		функции почек					
	Технемаг (меркаптоацетилтриглицин МАГЗ)	в/в	Мочевой пузырь опорожнен после введения через 0,5 ч	0,0017	0,0021	0,0029	0,0039	0,0068
			через 1 ч	0,0025	0,0031	0,0045	0,0064	0,0064
	Технемаг (меркаптоацетилтриглицин МАГЗ)	в/в	Острая односторонняя почечная блокада	0,01	0,012	0,017	0,022	0,038
	Димеркаптоянтарная кислота (англ. dimercaptosuccinic acid - DMSA) (например, технемек, карбомек)	в/в	Норма	0,0088	0,011	0,015	0,021	0,037
	Технетрил (метоксиизобутилизонитрил, methoxyisobutylisonitrile MIBI, Sestsmibi, Hexamibi)	в/в	В состоянии покоя	0,009	0,012	0,018	0,028	0,053
		в/в	При физической нагрузке	0,0079	0,01	0,016	0,023	0,045
	Фибриноген	в/в	Норма	0,0062	0,0076	0,011	0,018	0,033
	Фосфаты и фосфонаты (например, пирфотех, фосфотех, резоскан, технефор)	в/в	Норма	0,0049	0,0057	0,0086	0,012	0,018
		в/в	Высокий костный захват и/или серьезное нарушение функции	0,0043	0,0045	0,0068	0,011	0,022

			почек					
<sup>99m</sup> Tc, T = 6,02 час	Фьюрифосмин	в/в	В состоянии покоя	0,01	0,013	0,018	0,03	0,057
	Фьюрифосмин	в/в	При физической нагрузке	0,0089	0,011	0,016	0,027	0,051
	Цитратный комплекс	Интралюмбалъно	Норма	0,0061	0,0073	0,011	0,016	0,029
	Эритроциты	в/в	Норма	0,007	0,0089	0,014	0,021	0,039
	Этилендицистеин (ЕС)	в/в	Нормальная функция почек	0,0063	0,008	0,012	0,015	0,018
	Этилендицистеин (ЕС)	в/в	Нарушение функции почек	0,0046	0,0059	0,0088	0,012	0,018
	Этилендицистеин (ЕС)	в/в	Острая односторонняя почечная недостаточность	0,0099	0,012	0,018	0,024	0,037
	Диэфир этилендицистеина (англ. ethylene-dicysteine - ECD) (например, невролит)	в/в	Норма	0,0077	0,0099	0,015	0,022	0,04
	Аффинные белки, происходящие из альбуминсвязывающего домена (ADAPT6)	в/в	Норма	0,010	-	-	-	-
<sup>99m</sup> Tc,	Этилендиаминдиуксусн	в/в	Норма	0,004	-	-	-	-



T = 6,02 час	ая кислота (англ. ethylenediaminediacetic acid, EDDA), 6-гидразиноникотинамид (англ. 6-hydrazinonicotinamide, HYNIC) - ПСМА							
<sup>111</sup> In, T = 2,83 сут.	Ионная форма			0,21	0,27	0,4	0,61	1,1
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Целые антитела	0,22	0,27	0,41	0,64	1,2
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител I	0,2	0,24	0,36	0,55	1,0
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител II	0,2	0,24	0,35	0,54	1,0
	Октреотид (пентатреотид)	в/в	Норма	0,054	0,071	0,11	0,16	0,28
	Диэтилентриаминпентауксусная кислота (ДТПА)	в/в	Нормальная функция почек	0,021	0,026	0,036	0,056	0,1
	Диэтилентриаминпентауксусная кислота (ДТПА)	в/в	Нарушение функции почек	0,04	0,05	0,074	0,11	0,19
	Аэрозоли с быстрым клиренсом из легких	Ингаляция	Норма	0,025	0,032	0,047	0,071	0,12
	Аэрозоли с медленным клиренсом из легких	Ингаляция	Норма	0,24	0,32	0,46	0,7	1,2
<sup>111</sup> In, T = 2,83	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о введение	Норма	0,31	0,38	0,62	0,96	1,8

сут.	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о введение	Норма	0,32	0,39	0,63	0,97	1,8
	Тромбоциты	в/в	Норма	0,39	0,52	0,78	1,2	2,1
	Лейкоциты	в/в	Норма	0,36	0,48	0,78	1,1	2,0
	Блеомицин	в/в	Норма	0,1	0,12	0,18	0,27	0,48
<sup>111</sup> In, T = 2,83 сут.	Иммуноглобулин человека	в/в	Норма	0,17	0,22	0,41	0,58	0,99
<sup>113m</sup> In, T = 1,658 час	Ионная форма	в/в	Норма	0,01	0,013	0,022	0,035	0,071
	Гидроксид коллоидный	в/в	Норма	0,011	0,015	0,023	0,037	0,071
	Диэтилентриаминпентауксусная кислота (ДТПА)	в/в	Нормальная функция почек	0,011	0,014	0,021	0,033	0,062
	Диэтилентриаминпентауксусная кислота (ДТПА)	в/в	Аномальная функция почек	0,005	0,006	0,009	0,016	0,029
	Аэрозоли с быстрым клиренсом из легких	Ингаляция	Норма	0,016	0,022	0,032	0,05	0,098
	Аэрозоли с медленным клиренсом из легких	Ингаляция	Норма	0,025	0,037	0,053	0,082	0,16
	Меченые неусваиваемые маркеры (жидкости)	п/о	Норма	0,02	0,025	0,042	0,068	0,13
	Меченые неусваиваемые маркеры (твердотельные)	п/о	Норма	0,029	0,036	0,057	0,088	0,16

123I, T = 13,2 час	Жирные кислоты	в/в	Норма	0,016	0,02	0,031	0,047	0,087
	Индикаторы мозговых рецепторов, общая модель	в/в	Норма	0,05	0,061	0,096	0,15	0,32
	Иофлупан	в/в	Норма	0,025	-	-	-	-
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Целые антитела	0,026	0,033	0,051	0,08	0,15
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител I	0,019	0,023	0,035	0,054	0,099
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител II	0,017	0,021	0,031	0,046	0,078
	Йодид натрия	в/в, п/о	Блокада <4> щитовидной железы	0,35	0,49	0,73	1,3	2,5
	Йодид натрия	в/в, п/о	Среднее поглощение в щит. железе	0,23	0,36	0,55	1,2	2,2
	Йодоамфетамин	в/в	Норма	0,027	0,036	0,052	0,079	0,14
	Фибриноген	в/в	Норма	0,02	0,024	0,039	0,062	0,12
	Альбумин	в/в	Норма	0,02	0,025	0,038	0,062	0,12
	Микроагрегаты альбумина	в/в	Норма	0,018	0,023	0,035	0,054	0,098
	Гиппуран	в/в	Норма	0,012	0,015	0,019	0,019	0,034
	Гиппуран	в/в	Мочевой пузырь	0,0059	0,0076	0,0099	0,011	0,019

			опорожнен через 0,5 ч после введения					
<sup>123</sup> I, T = 13,2 час	Гиппуран	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 1 ч после введения	0,0046	0,0059	0,0083	0,011	0,019
	Метайодбензилгуаниди н (МИБГ)	в/в	Норма	0,013	0,017	0,026	0,037	0,068
	Бенгальская роза	в/в	Норма	0,059	0,073	0,12	0,19	0,36
<sup>124</sup> I, T = 4,18 сут.	Йодид натрия	в/в, п/о	Блокада <4> щитовидной железы	0,35	0,49	0,73	1,3	2,5
	Йодид натрия	в/в, п/о	Среднее поглощение щитовидной железой	13	21	32	68	120
<sup>125</sup> I, T = 60,14 сут.	Йодид натрия	п/о	Блокада <4> щитовидной железы	0,038	0,053	0,069	0,15	0,24
	Йодид натрия	п/о	Среднее поглощение в щитовидной железе	14	20	27	44	52
	Фибриноген	в/в	Норма	0,08	0,1	0,16	0,26	0,51
	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	0,17	0,22	0,37	0,61	1,1



	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	0,17	0,21	0,36	0,6	1,2
	Альбумин	в/в	Норма	0,22	0,26	0,44	0,71	1,4
	Гиппуран	в/в	Норма	0,0077	0,01	0,015	0	0,046
	Иоталамат	в/в	Норма	0,0072	0,0089	0,014	0,022	0,042
	Поливинилпиролон (PVP)	в/в	Норма	0,65	0,81	1,2	1,9	3,6
<sup>125</sup> I, T = 60,14 сут.	Йодоантипирин	в/в	Норма	0,01	0,012	0,02	0,032	0,062
	Тироксин (Т4)	в/в	Норма	0,1	0,12	0,19	0,32	0,63
	Трийодотиронин (Т3)	в/в	Норма	0,047	0,059	0,096	0,16	0,32
	Дийодотиронин	в/в	Норма	0,036	0,045	0,076	0,12	0,24
<sup>131</sup> I, T = 8,04 сут.	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Целые антитела	0,42	0,55	0,86	1,4	2,7
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител I	0,14	0,18	0,28	0,42	0,76
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител II	0,11	0,14	0,21	0,31	0,53
	Йодид натрия	в/в, п/о	Блокада <4> щитовидной железы	0,28	0,40	0,61	1,2	2,3
	Йодид натрия	в/в, п/о	Среднее поглощение в щитовидной железе	22	35	53	110	180

	Фибриноген	в/в	Норма	0,42	0,52	0,83	1,4	2,7
	Альбумин	в/в	Норма	0,64	0,82	1,3	2,1	4
	Макроагрегат альбумина (МАО)	в/в	Норма	0,45	0,63	0,9	1,4	2,8
	Неуспеиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	1,2	1,4	2,6	4,1	8,1
	Неуспеиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	1,2	1,5	2,5	4,2	8,2
	Микроагрегат альбумина	в/в	Норма	0,22	0,29	0,45	0,71	1,3
	Гиппуран	в/в	Норма	0,052	0,067	0,086	0,083	0,16
	Гиппуран	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 0,5 ч после введения	0,026	0,034	0,045	0,047	0,09
	Гиппуран	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 1 ч после введения	0,02	0,026	0,036	0,047	0,089
	Йодометилнохолестерол (NP 59)	в/в	Норма	1,8	2,9	4,4	9,6	18
<sup>131</sup> I, T = 8,04 сут.	Поливинилпирролидон (PVP)	в/в	Норма	0,6	0,74	1,1	1,7	3,1
	Тироксин (Т4)	в/в	Норма	0,44	0,52	0,85	1,4	2,6

	Трийодотиронин (Т3)	в/в	Норма	0,3	0,37	0,6	0,97	1,9
	Дийодотиронин	в/в	Норма	0,25	0,31	0,5	0,82	1,6
	Метайодбензилгуанидин (МИБГ)	в/в	Норма	0,14	0,18	0,28	0,43	0,77
	Бенгальская роза	в/в	Норма	1,1	1,3	2,3	3,9	7,6
$^{127}\text{Xe}$ , T = 36,41 сут.	Газ	однократный вдох или в/в введение при задержке дыхания 30 с	Норма	0,00013	0,00017	0,00025	0,00038	0,0007
	Газ	возвратное дыхание 5 мин	Норма	0,00071	0,00087	0,0013	0,002	0,0037
	Газ	возвратное дыхание 10 мин	Норма	0,0011	0,0014	0,002	0,0032	0,0058
$^{133}\text{Xe}$ , T = 5,245 сут.	Газ	однократный вдох или в/в введение при задержке дыхания 30 с	Норма	0,00018	0,00023	0,00036	0,00061	0,0012
	Газ	возвратное дыхание 5 мин	Норма	0,00073	0,00091	0,0015	0,0025	0,0049
	Газ	возвратное дыхание 10 мин	Норма	0,0011	0,0013	0,0021	0,0035	0,0071
$^{129}\text{Cs}$ , T = 32,06 час	-	в/в	Норма	0,049	0,056	0,084	0,12	0,23

<sup>130</sup> Cs, T = 29,9 МИН	-	в/в	Норма	0,0034	0,0037	0,0055	0,0084	0,016
<sup>131</sup> Cs, T = 9,69 сут.	-	в/в	Норма	0,05	0,055	0,08	0,12	0,21
<sup>134m</sup> Cs, T = 2,9 час	-	в/в	Норма	0,0067	0,0064	0,0087	0,011	0,02
<sup>131</sup> Ba, T = 11,8 сут.	-	в/в	Норма	0,5	0,7	1,1	1,8	3,4
	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	0,51	0,74	1,2	1,9	3,5
<sup>131</sup> Ba, T = 11,8 сут.	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	0,49	0,72	1,2	1,8	3,4
<sup>133m</sup> Ba, T = 38,9 час	-	в/в	Норма	0,47	0,73	1,3	2,2	4,4
<sup>135m</sup> Ba, T = 28,7 час	-	в/в	Норма	0,34	0,42	0,73	1,2	2,5
<sup>140</sup> La, T = 40,27 2 час	Диэтилентриаминпентау кусная кислота (ДТПА)	в/в	Норма	0,15	0,18	0,28	0,42	0,78
	Диэтилентриаминпентау кусная кислота (ДТПА)	в/в	Аномальная функция почек	0,31	0,36	0,55	0,86	1,6
<sup>169</sup> Yb, T = 32,1 сут.	Диэтилентриаминпентау кусная кислота (ДТПА)	в/в	Норма	0,036	0,045	0,07	0,11	0,2
	Диэтилентриаминпентау	в/в	Аномальная	0,072	0,086	0,13	0,21	0,4



	ксусная кислота (ДТПА)		функция почек					
<sup>198</sup> Au, T = 2,696 сут.	Коллоид	в/в	Норма	М	1,6	2,4	3,9	7,3
	Коллоид	в/в	Ранняя - средняя стадия дифф, паренх. поражения печени	1,7	-	-	-	-
<sup>198</sup> Au, T = 2,696 сут	Коллоид	в/в	Средняя - развитая стадия дифф, паренх. поражения печени	2,1	-	-	-	-
<sup>197</sup> Hg, T = 62,4 час	Хлорид	в/в	Норма	0,14	0,17	0,23	0,38	0,39
	1-броммеркурий-2- гидроксипропан (1- bromomercuric-2- hydroxyp propane; ВМНР)	в/в	Норма	0,14	0,18	0,27	0,4	0,5
	Хлормеродрин	в/в	Норма	0,087	0,11	0,16	0,25	0,47
<sup>203</sup> Hg, T = 46,6 сут.	Хлормеродрин	в/в	Норма	1,1	1,4	2,1	3,2	5,7
<sup>201</sup> Tl, T = 3,05 сут.	Ионная форма	в/в	Норма	0,14	0,2	0,56	0,79	1,3

Примечание:

<1> в/в - внутривенное введение; п/о - пероральное введение.

<2> Аминокислоты (например, тирозин,  $\alpha$ -метилтирозин, фенилаланин, триптофан, пролин, транс-фторпролин), если дозовые коэффициенты не представлены для них отдельно.

<3> Вещества, используемые для визуализации рецепторов мозга (например, рецепторов ацетилхолинэстеразы (холин), бензодиазепина (флюмазенил, этилфлюмазенил), допамина, переносчика (транспортера) допамина, серотонина, холина, раклоприод, спипероне, флюмазенил).

<4> При блокаде щитовидной железы или у пациентов с удаленной щитовидной железой эффективная доза формируется за счет перераспределения РФЛП в экстратиреодных тканях. Пероральное или внутривенное введение меченного йодида может давать различие в оценке дозы не более 15%. Накопление йодида в щитовидной железе зависит от содержания стабильного йода в рационе питания. При умеренном дефиците йода в рационе эффективная доза может превышать приведенное среднее значение на 30 - 40%, при высоком содержании йода в рационе эффективная доза может быть на 30 - 40% ниже.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Федеральный [закон](#) от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".
2. Федеральный [закон](#) от 09.01.1996 N 3-ФЗ "О радиационной безопасности населения".
3. Федеральный [закон](#) от 12.04.2010 N 61-ФЗ "Об обращении лекарственных средств".
4. [Постановление](#) Правительства Российской Федерации от 16.06.97 N 718 "О порядке создания единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан".
5. [Приказ](#) Минздрава России от 21.09.2016 N 724н "Об утверждении требований к инструкции по медицинскому применению лекарственных препаратов".
6. [Решение](#) совета евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 N 78 "О Правилах регистрации и экспертизы лекарственных средств для медицинского применения".
7. [СанПиН 2.6.1.2523-09](#) "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)".
8. [СП 2.6.1.2612-10](#) "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)".
9. [СанПиН 2.6.1.3288-15](#) "Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии".
10. [СанПиН 2.6.1.1192-03](#) "Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований".
11. [МУ 2.6.1.2944-11](#) "Контроль эффективных доз облучения пациентов при медицинских рентгенологических исследованиях".
12. [МУ 2.6.1.3584-19](#) "Изменения в МУ 2.6.1.2944-11 "Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований".
13. Методические [рекомендации](#) по обеспечению радиационной безопасности "Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения N 3-ДОЗ".
14. ГОСТ (Р 50779, ИСО 3534) "Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения".
15. ICRP Publication 53 "Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals".
16. ICRP Publication 60 "1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection".
17. ICRP Publication 80 "Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals (Addendum to ICRP Publication 53)".
18. ICRP Publication 103 "The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection".
19. ICRP Publication 128 "Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: A Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances".
20. Bragina O. et al. Phase I Study of <sup>99m</sup>Tc-ADAPT6, a Scaffold Protein-Based Probe for Visualization of HER2 Expression in Breast Cancer//Journal of Nuclear Medicine. 2021. Т. 62. N. 4. С. 493 - 499.



21. Zhang J. et al. Evaluation of Radiation dosimetry of 99m Tc-HYNIC-PSMA and imaging in prostate cancer//Scientific reports. 2020. T. 10. N. 1. C. 1 - 9.
22. Santos-Cuevas C. et al. 99mTc-labeled PSMA inhibitor: Biokinetics and radiation dosimetry in healthy subjects and imaging of prostate cancer tumors in patients//Nuclear medicine and biology. 2017. T. 52. C. 1 - 6.
23. European Medicines Agency. Annex I: summary of product characteristics//European Public Assessment Report. - 2008.
24. Djang D. S. W. et al. SNM practice guideline for dopamine transporter imaging with 123I-ioflupane SPECT 1.0//Journal of Nuclear Medicine. 2012. T. 53. N. 1. C. 154 - 163.
25. Fendler W. P. et al. 68 Ga-PSMA PET/CT: Joint EANM and SNMMI procedure guideline for prostate cancer imaging: version 1.0//European journal of nuclear medicine and molecular imaging. 2017. T. 44. N. 6. C. 1014 - 1024.
26. Piron S. et al. Radiation dosimetry and biodistribution of 18F-PSMA-11 for PET imaging of prostate cancer//Journal of Nuclear Medicine. 2019. T. 60. N. 12. C. 1736 - 1742.
27. Hohberg M. et al. Biodistribution and radiation dosimetry of [18 F-JK-PSMA-7 as a novel prostate-specific membrane antigen-specific ligand for PET/CT imaging of prostate cancer//EJNMMI research. 2019. T. 9. N. 1. C. 1 - 10.
28. Giesel F.L. et al. F-18 labelled PSMA-1007: biodistribution, radiation dosimetry and histopathological validation of tumor lesions in prostate cancer patients//European journal of nuclear medicine and molecular imaging. 2017. T. 44. N. 4. C. 678 - 688.
29. Pettinato C. et al. 68 Ga-DOTANOC: biodistribution and dosimetry in patients affected by neuroendocrine tumors//European journal of nuclear medicine and molecular imaging. 2008. T. 35. N. 1. C. 72 - 79.
30. Hartmann H. et al. Radiation exposure of patients during 68Ga-DOTATOC PET/CT examinations//Nuklearmedizin. 2009. T. 48. N. 05. C. 201 - 207.
31. Sandström M. et al. Comparative biodistribution and radiation dosimetry of 68Ga-DOTATOC and 68Ga-DOTATATE in patients with neuroendocrine tumors//Journal of Nuclear Medicine. 2013. T. 54. N. 10. C. 1755 - 1759.
32. Walker R. C. et al. Measured human dosimetry of 68Ga-DOTATATE//Journal of Nuclear Medicine. 2013. T. 54. N. 6. C. 855 - 860.
33. Eberlein U., Lassmann M. Dosimetry of [68Ga]-labeled compounds//Applied Radiation and Isotopes. 2013. T. 76. C. 70 - 74.
34. Meyer C. et al. Radiation dosimetry and biodistribution of 68Ga-FAPI-46 PET imaging in cancer patients//Journal of Nuclear Medicine. 2020. T. 61. N. 8. C. 1171 - 1177.
35. Mankoff D. A. et al. [18F] fluoroestradiol radiation dosimetry in human PET studies//Journal of Nuclear Medicine. 2001. T. 42. N. 4. C. 679 - 684.
36. Beauregard J. M. et al. Assessment of human biodistribution and dosimetry of 4-fluoro-11 $\beta$ -methoxy-16 $\alpha$ -18F-fluoroestradiol using serial whole-body PET/CT//Journal of Nuclear Medicine. 2009. T. 50. N. 1. C. 100 - 107.
37. Tolvanen T. et al. Biodistribution and radiation dosimetry of [11 C] choline: a comparison between rat and human data//European journal of nuclear medicine and molecular imaging. 2010. T. 37. N. 5. C. 874 - 883.
- Методические указания разработаны ФБУН "Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева" Роспотребнадзора (А.В. Водоватов, Л.А. Чипига, И.А. Звонова, Е.Р. Ладанова, М.И. Балонов, З.Я. Вагидова, В.Ю. Голиков, П.С. Дружинина, С.А. Кальницкий, С.С. Сарычева, И.Г. Шацкий); ГБУЗ "Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ" (С.А. Рыжов), ФБУЗ "Центр



гигиены и эпидемиологии в Белгородской области" (Г.В. Лазебная), ФГБУ "Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова" Минздрава России (Д.О. Антуганов).

---