

УДК 614.76

Краткое сообщение

УЧЕТ РАСПАДА ЙОДА-131 ПРИ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ АКТИВНОСТИ ЕГО ВЫПАДЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ ВЫПАДЕНИЙ ЙОДА-129

Ю. И. Гаерилин — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук; **У. Я. Маргулис** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», ведущий научный сотрудник, доктор технических наук; **А. А. Андросова** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», научный сотрудник.

ACCOUNTING OF ^{131}I DECOMPOSITION UNDER RETROSPECTIVE ASSESSMENT OF ITS DEPOSITION ON THE BASIS OF DETERMINATION OF ^{129}I DEPOSITION

Y. I. Gavrilin — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnasyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Senior Research Scientist, Candidate of Technical Sciences; **U. Ya. Margulis** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnasyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Senior Research Scientist, Candidate of Technical Sciences; **A. A. Androsova** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnasyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Research Scientist.

Дата поступления — 18.11.2013 г.

Дата принятия в печать — 16.12.2013 г.

Гаерилин Ю. И., Маргулис У. Я., Андросова А. А. Учет распада йода-131 при ретроспективной оценке активности его выпадений по результатам определения активности выпадений йода-129 // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 4. С. 802–805.

Как известно, после аварии на Чернобыльской АЭС по территориям с выпадениями ^{137}Cs менее $3,7 \times 10^4$ Бк/кг лишь в немногочисленных случаях было проведено радиометрическое обследование щитовидной железы у населения и получены результаты определения содержания ^{131}I в почве. Вместе с тем, при наличии представительного числа интегральных выпадений ^{131}I по исследуемой территории возможно получение корректных оценок средних по населенным пунктам значений дозы внутреннего облучения щитовидной железы, например, для взрослых жителей, с последующим переходом к индивидуализированным значениям дозы для жителей других возрастных групп. В этом плане восстановление активности интегральных выпадений ^{131}I (в значимый период формирования дозы) по результатам определения активности интегральных выпадений ^{129}I способствует решению проблемы ретроспективной оценки дозы для жителей населенных пунктов, по которым определены значения интегральных выпадений ^{137}Cs . Однако для этого необходимо было решить частную, но важную задачу, связанную с тем, что в отличие от ^{129}I ($T_{1/2} = 1,6 \times 10^7$ лет) ^{131}I ($T_{1/2} = 8,04$ дня) распадался в период формирования дозы. Целью данной статьи является обоснование подходов к учету распада ^{131}I в процессе определения активности его интегральных выпадений по результатам определения активности интегральных выпадений ^{129}I в отдаленный период после аварии.

Ключевые слова: активность выпадений йода, доза, миграция йода.

Gavrilin Yu. I., Margulis U. Ya., Androsova A. A. Accounting of ^{131}I decomposition under retrospective assessment of its deposition on the basis of determination of ^{129}I deposition // *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2013. Vol. 9, № 4. P. 802–805.

It is known that after the Chernobyl accident on the territories with deposition density of ^{137}Cs less than 3.7×10^4 Bq/kg insufficient number of direct thyroid measurements for the public and a limited number of the spectrometrical measurements of ^{131}I in soil were conducted. At the same time, in the case of availability of representative number of the estimates of the ^{131}I ground deposition density for the territory under consideration, reliable estimates of the average dose to the thyroid for the public in a given settlement can be derived, for example for an adult population with further assessment of the doses for the residents of the other age-groups. In this regard, reconstruction of the ground deposition density of ^{131}I (during the significant period of thyroid dose formation) on the basis of the determination of the ground deposition density of ^{129}I is very helpful for reconstruction of the estimates of the thyroid dose for the residents of the settlements, for which the estimates of the ^{137}Cs deposition density are available. However, to find a solution was necessary to resolve a specific but important task that distinguished from ^{129}I (half-life is equal to 1.6×10^7 years) the level of ^{131}I (half-life is equal to 8.04 days) was substantially decreasing during the period of thyroid dose formation. The

given article aimed a justification of approaches to account of radioactive decay of ^{131}I in the course of determination of its ground deposition density on the basis of determination of the ground deposition density of ^{129}I at the late stage after the accident.

Key words: ground deposition density of radioiodine, dose, iodine migration.

Введение. В общем случае выпадения ^{131}I ($q^{(131)\text{I}}_n$) на почву (индекс «п») оценивают по результатам определения содержания в ней ^{129}I ($q^{(129)\text{I}}_n$), используя соотношение:

$$q^{(131)\text{I}}_n = q^{(129)\text{I}}_n \times [q^{(131)\text{I}} / q^{(129)\text{I}}]_p \times K_v \times Y, \quad (1)$$

где:

$q^{(129)\text{I}}_n$ — выпадения ^{129}I на почву (индекс «п»);

$q^{(131)\text{I}} / q^{(129)\text{I}}_p$ — значение реакторного (индекс «р») соотношения активностей ^{131}I и ^{129}I на момент начала их выхода из тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) (принято равным $6,25 \times 10^7$) [1];

K_v — коэффициент вертикальной миграции йода из 10-сантиметрового слоя почвы за 21 год после аварии, безразмерная величина;

Y — коэффициент учета распада ^{131}I после его выхода из ТВЭЛов.

Значения коэффициента учета вертикальной миграции ^{137}Cs и ^{129}I из 10-сантиметрового слоя почвы за 21 год после аварии на ЧАЭС проведено путем сопоставления результатов оценки выпадений ^{137}Cs и ^{131}I , полученных 22 и 23 мая 1986 г. по населенным пунктам (НП) Брянской области России [2], с соответ-

ствующие колонки 5 и 8 табл. 1 характеризуют соответственно кратность уменьшения содержания ^{137}Cs и ^{129}I в 10-сантиметровом слое почвы различного типа за 21 год после аварии на ЧАЭС.

Данные табл. 1 свидетельствуют также о том, что с учетом вертикальной миграции йода и цезия в период с 1986 по 2007 г., получено удовлетворительное согласование результатов оценки содержания ^{131}I в пробах почвы, с соответствующими данными, полученными в 1986 г. прямым методом (по тем же НП).

Значения полученных коэффициентов вертикальной миграции йода и цезия из 10-сантиметрового слоя почвы за 21 год после аварии использованы при оценке интегральных выпадений ^{137}Cs и ^{129}I .

Оценка значений коэффициента учета распада ^{131}I (Y). При реализации данной процедуры принято, что суточные выпадения ^{131}I и ^{129}I на почву за любой период времени реализуются синхронно с поправкой на радиоактивный распад ^{131}I (распадом ^{129}I можно пренебречь).

Естественно, что в таком случае при оценке значений коэффициента Y в общем случае необходимо ориентироваться прежде всего на первые 3÷25 дней

Таблица 1

Результаты оценки вертикальной миграции ^{131}I и ^{137}Cs из 10-сантиметрового слоя почвы за 21 год после аварии на ЧАЭС (активность $^{131}\text{I}_{07}$ оценена по ^{129}I)

№ п/п	Название НП (район)	$^{137}\text{Cs}_{86}$ Ки/км ²	$^{137}\text{Cs}_{86}$ на 86г Ки/км ²	K_v $\frac{^{137}\text{Cs}_{86}}{^{137}\text{Cs}_{07}}$	$^{131}\text{I}_{86}$ Ки/км ²	$^{131}\text{I}_{86}$ на 86 г. Ки/км ²	K_v $\frac{^{131}\text{I}_{86}}{^{131}\text{I}_{07}}$
1	Туросна (Клинцовский) 1	10,5	9,0	1,17	75	55	1,36
2	Николаевка (Красног-й) 2	104,5	60,8	1,72	679	244	2,78
3	Яловка (Красногорский) 2	62,2	46,3	1,34	350	133	2,63
4	Увелье (Красногорский) 2	48,3	20,7	2,33	278	116	2,40
5	Верещаки (Новозыбк-й) 1	25,0	11,8	2,12	220	81	2,72
6	Святск (Новозыб-й) 1	11,0	23,9	0,46	101	144	0,70
7	Ст. Вышков (Новозыб-й) 1	10,5	12,3	0,85	99	151	0,66
8	Ст. Бобовичи (Новозыб-й)	21,4	21,4	1,00	180	193	0,93
9	Новое место — въезд (Новозыбковский) 1	35,4	34,1	1,04	233	157	1,48
10	Новое место — выезд (Новозыбковский) 1	44,0	18,8	2,34	325	199	1,63
11	Березовка (Клинцов-й) 2	4,7	2,9	1,62	84	45	1,87
12	Барсуки (Красногорский)	163,0	80	2,04	900	397	2,27
				Сред-е $K_v \approx 1,5 \pm 0,28$			Сред-е $K_v \approx 1,8 \pm 0,28$

ствующими оценками 2007–2008 гг. [3] по тем же НП.

В табл. 1 представлены результаты оценки значений коэффициентов вертикальной миграции ^{137}Cs и ^{129}I из 10-сантиметрового слоя почвы за 21 год после аварии на ЧАЭС по 12 НП наиболее загрязненных территорий. Данные приведены к 28.04.1986 г.

Ответственный автор — Гаврилин Юрий Иванович
Адрес: 123182, г. Москва, ул. Живописная, д. 46.
Тел.: (499) 190-93-74
E-mail: ygavrilin@mail.ru.

в зависимости от величины и сроков первоначальных выпадений ^{131}I . Постулировано, что вклад последующих пролонгированных выпадений ^{131}I не должен превышать 5% от интегральных выпадений за 56 суток после аварии.

Для оценки значений коэффициента Y использованы результаты определения значений активности выпадений ^{131}I ($q_i(I)$) на почву за каждые сутки от начала аварии и по 20.06.1986 г. (« t_{56} » — 56-й день

Результаты определения значений коэффициента Υ по 10 опорным (индекс «о») населенным пунктам (Беларусь — 8, Россия — 2)

№ п/п	Название населенного пункта	$q_{\Sigma} (^{131}\text{I})_o$ Бк/м ²	Δt сутки	Долевой вклад (%) $q_{\text{д}} (I)$ в $q_{\Sigma} (I)$	Коэффициент учета распада йода-131, Υ
1	Гомель	$2,66 \times 10^6$	4	2,4	0,71
2	Пинск	$9,59 \times 10^5$	5	4,4	0,67
3	Барановичи	$4,70 \times 10^5$	6	2,8	0,63
4	Брест	$2,00 \times 10^5$	10	4,7	0,42
5	Гродно	$1,84 \times 10^5$	14	3,7	0,30
6	Могилев	$8,17 \times 10^4$	17	4,1	0,23
7	Минск	$4,55 \times 10^4$	25	4,7	0,12
8	Витебск	$9,22 \times 10^3$	27	3,7	0,098
9	Москва	$6,40 \times 10^3$	22	4,0	0,15
10	Обнинск	$4,29 \times 10^3$	22	4,3	0,15

после аварии) по восьми городам Беларуси и двум городам России.

Из обозначенного массива данных по каждому НП были выделены результаты определения суточных выпадений ^{131}I ($q_t (I)$) от дня t_0 начала аварии до дня « t_n » так, чтобы долевой (индекс «д») вклад суммы суточных выпадений ^{131}I ($q_{\text{д}} (I)$) от дня « t_n » до дня « t_{56} » не превышал 5% от значений его интегральных выпадений $q_{\Sigma} (I)$ за 56 дней после начала аварии:

$$q_{\text{д}} (I) = \sum_{t_n}^{56} q_t (I) \leq 0,05 \times q_{\Sigma} (I). \quad (2)$$

При этом даты измерения суточных выпадений ^{131}I от дня t_0 до дня t_n используются для определения значений коэффициента Υ при $t_n - t_0 = \Delta t$:

$$\Upsilon = 1/e^{0,0862 \times \Delta t}. \quad (3)$$

В табл. 2 представлены результаты определения значений коэффициента Υ по соотношению (3).

Из данных табл. 2 следует, что значения коэффициента Υ возрастают с увеличением первоначальных выпадений ^{131}I в ареале расположения исследуемых НП (в результате уменьшения доли его пролонгированных выпадений).

На рисунке представлена зависимость значений коэффициента Υ от выпадений ^{131}I с использованием данных по 6 НП Беларуси (без данных по городам Минск и Витебск) и 2 НП России.

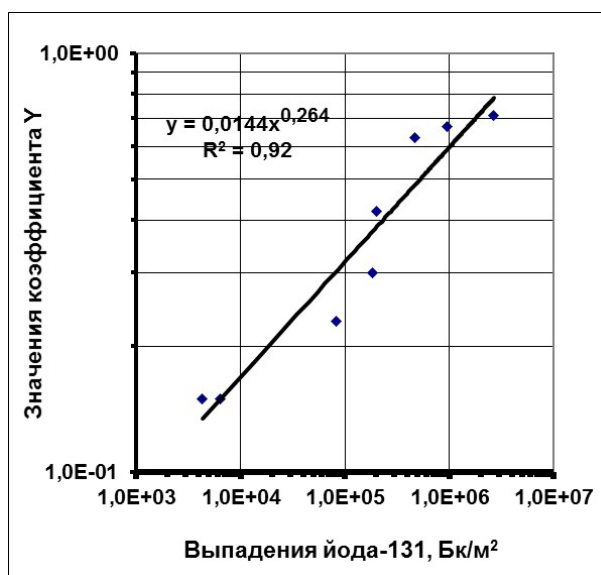
Зависимость значений коэффициента Υ от выпадений ^{131}I по 8 НП: Беларуси (6 НП) и России (2 НП)

Данная зависимость аппроксимирована соотношением:

$$\Upsilon = 0,0144 \times q(I)^{0,2643}. \quad (4)$$

Полученное соотношение (4) использовали при переходе от интегральных выпадений ^{129}I к интегральным выпадениям ^{131}I по НП Брянской области России.

Для этого на первом этапе в условиях отсутствия значений коэффициента Υ , но с учетом значений коэффициента K_j вертикальной миграции ^{129}I , по соотношению (1) определяют значения интегральных выпадений ^{131}I ($q (^{131}\text{I})_3$) по каждому НП_j. Индекс «з»



Зависимость значений коэффициента Υ от выпадений ^{131}I по 8 НП: Беларуси (6 НП) и России (2 НП)

свидетельствует о том, что все значения ($q (^{131}\text{I})_3$) завышены.

Далее, вводя в соотношение (4) значения интегральных выпадений ^{131}I ($q (^{131}\text{I})_3$) по каждому НП_j, оценивали соответствующие значения коэффициента Υ .

Уточненные значения интегральных выпадений ^{131}I ($q (^{131}\text{I})$) оценивали по соотношению:

$$q (^{131}\text{I}) = (q (^{131}\text{I})_3) \times \Upsilon. \quad (5)$$

Заключение. Разработанный подход к ретроспективной оценке активности интегральных выпадений ^{131}I по результатам определения активности интегральных выпадений ^{129}I в отдаленный период после аварии с учетом распада интегральных выпадений ^{131}I в период формирования дозы предоставляет возможность получать более достоверную зависимость выпадений ^{131}I от выпадений ^{137}Cs и, соответственно, более достоверные ретроспективные оценки дозы для жителей населенных пунктов, по которым определены только значения активности интегральных выпадений ^{137}Cs .

Библиографический список

1. Радиационные характеристики облученного ядерного топлива: справочник / В.М. Колобашкин, П.М. Рубцов, П.А. Ружанский, В. Д. Сидоренко; рец. В.В. Хромов. М.: Энергоатомиздат, 1983. 382 с.
2. Орлов М.Ю., Сныков В.П. Материалы радиационных исследований по загрязненным в результате аварии на Чернобыльской АЭС территориям Брянской и других областей России // Эколого-биофизические аспекты ядерных аварий: сб. М.: Гидрометеоздат, 1992. С. 3–11.
3. Гаврилин Ю.И., Волков В.Я., Макаренко И.И. Ретроспективное восстановление интегральных выпадений йода-131 по населенным пунктам Брянской области России на основе результатов определения в 2008 г. содержания йода-129 в почве // Радиационная гигиена. 2009. Т. 2. № 3. С. 38–44.

Translit

1. Radiacionnye karakteristiki obluchennogo jadernogo top-liva: spravochnik / V.M. Kolobashkin, P. M. Rubcov, P. A. Ruzhanskij, V. D. Sidorenko; rec. V.V. Hromov. M.: Jenergoatomizdat, 1983. 382 s.
2. Orlov M. Ju., Snykov V.P. Materialy radiacionnyh issledovanij po zagraznennym v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoj AJeS territorijam Brjanskoj i drugih oblastej Rossii // Jekologo-biofizicheskie aspekty jadernyh avarij: sb. M.: Gidrometeoizdat, 1992. S. 3–11.
3. Gavrilin Ju.I., Volkov V.Ja., Makarenkova I.I. Retrospektivnoe vosstanovlenie integral'nyh vypadenij joda-131 po naselennym punktam Brjanskoj oblasti Rossii na osnove rezul'tatov opredelenija v 2008 g. soderzhanija joda-129 v pochve // Radiacionnaja gigiena. 2009. T. 2. № 3. S. 38–44.

УДК 612.086.2+611.161+612.273.2

КОМПЛЕКС МИКРОСКОПИЧЕСКОГО ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

А. В. Даценко — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», заведующий лабораторией, доктор медицинских наук; **В. И. Казьмин** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», старший научный сотрудник, кандидат медицинских наук.

COMPLEX MICROSCOPIC EXPRESS-ANALYSIS FOR BIOMEDICAL FULL-SCALE INVESTIGATION

A. V. Datsenko — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Head of the laboratory, Doctor of Medical Sciences, **V. I. Kazmin** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher.

Дата поступления — 18.11.2013 г.

Дата принятия в печать — 16.12.2013 г.

Даценко А. В., Казьмин В. И. Комплекс микроскопического экспресс-анализа для проведения медико-биологических исследований в природных условиях // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 4. С. 805–808.

Для проведения медико-биологических исследований в природных условиях разработан комплекс микроскопического анализа гистологических препаратов, включающий замораживающий микротом для получения гистологических срезов; комплект химреактивов и лабораторной посуды для окраски препаратов; бинокулярные лупы для регистрации микроструктурных изменений; микроскоп с видеокамерой и системой освещения на шарнирном штативе; модернизированный отоскоп; ноутбук с программами обработки изображений. Комплекс позволяет получать количественные показатели, необходимые для диагностики степени выраженности и вероятностной оценки эффектов воздействий экстремальных факторов различной природы.

Ключевые слова: медико-биологические исследования, микроскопия, гистология, микроциркуляторное русло, тканевая гипоксия, экстремальные факторы.

Datsenko A. V., Kazmin V. I. Complex microscopic express-analysis for biomedical full-scale investigation // *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2013. Vol. 9, № 4. P. 805–808.

To perform biomedical full-scale investigation there had been developed a set of microscopic analysis of histological preparations. This complex includes cryotome for histological sections, a set of chemical reagents and laboratory glassware for staining, binocular loupes for registration microstructural changes, a microscope with a camera and lighting system on swivel stand, modernized otoscope, a laptop with graphics programs. The complex provides quantitative indicators needed to diagnose the severity and probability estimates of the effect estimation of impacts of extreme factors of different nature.

Key words: biomedical research, microscopy, histology, microcirculation, tissue hypoxia, extreme factors.

Введение. Для оценки эффектов воздействий факторов разной природы и контроля соблюдения мер безопасности при природных испытаниях необ-

ходимо проведение патологоанатомического исследования экспериментальных биообъектов разных видов, составной частью которого является анализ гистологических препаратов критических органов, структур и тканей живого организма.

С целью методического обеспечения микроскопических исследований в природных условиях разра-

Ответственный автор — Даценко Алексей Валентинович
Адрес: 123098, г. Москва, ул. Живописная, д. 46
Тел.: (499) 190-93-58
E-mail: lab92@mail.ru