

24. *Тарасов В.С.* Восприятие населением Беларуси информации о радиационной обстановке и прогнозируемые нарушения психического здоровья после ядерной катастрофы в Чернобыле. — Киев, 1995. — С. 188.
25. *Румянцева Г.М., Филипенко В.В.* Экологический стресс и посттравматические стрессовые расстройства у населения, вовлеченного в Чернобыльскую аварию // Сб.: Чернобыль: экология и здоровье. — Гомель, 1996. — С. 94–97.
26. *Dohrenwend B.P., Dohrenwend B.C., Kasl S.V., Warheit G.J.* Technical Staff Analysis Report on Behavioral Effects to the President's Commission on the accident at the Three Mile Island. — Washington, 1979.
27. *Румянцева Г.М.* Некоторые принципы организации медико-психологической помощи пострадавшим от техногенных аварий // Сб. материалов конф.: Социально-психологическая реабилитация населения, пострадавшего от экологических и техногенных катастроф. — Мн., 1999. — С. 166.
28. *Нягу А.И.* Психоневрологические и психологические аспекты последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Вестник АМН СССР. — 1991. — № 11. — С. 31–32.
29. *Weisaeth L.* Psychosocial reactions in Norway to nuclear fallout from the Chernobyl disaster // Collective responses to technological hazard. — New York, Peter Lang Publishing, 1991. — P. 53–80.
30. *Ференц В.П., Прилико В.А., Близнюк И.Д.* Восприятие радиационной обстановки и оценка состояния своего здоровья населением, проживающим в зоне жесткого радиационного контроля // Журн. невропатол. и психиат. им. С.С. Корсакова. — 1991. — № 11. — С. 49–52.
31. *Murphy B.C., Ellis P., Greenberg S.* Atomic veterans and their families: responses to radiation exposure. // Am. J Orthopsychiatry. — 1990. — Vol. 60. — № 3. — P. 418–427.
32. *Miederland W.G.* Clinical observation on the survivor syndrome. — Massive psychic trauma. — N.Y. Inter. Universities Press — 1964.
33. *Румянцева Г.М., Куцевич М.Г., Левина Т.М.* Динамика психического здоровья жителей Гомельской области // Актуальные вопросы пограничной психиатрии. Сб. науч. тр. — М., 1991. — С. 91–96.
34. *Кремень М.А., Морозов В.Е.* Информация как средство изменения психических состояний // Сб.: Социально-психологическая реабилитация населения, пострадавшего от экологических и техногенных катастроф. — Могилев, 1995. — С. 46.
34. *Иванов В.К., Цыб А.Ф., Иванов С.И.* Ликвидаторы Чернобыльской катастрофы: радио-экологический анализ медицинских последствий. — М., 1989. — С. 40–98.
35. *Шаршакова Т.М., Янч С.Ю.* Деятельность медицинских работников Гомельской области по формированию медико-социальной активности // Мед. новости. — Мн., 2000. — № 2. — С. 54–57.

Поступила 14.04.2005

УДК 614.7:539.1.04

## О ФОРМИРОВАНИИ ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

В.С. Аверин, Э.Н. Цуранков, А.И. Костырко

Институт радиологии

Проведено измерение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в организме сельских жителей шести населенных пунктов Белорусского Полесья. На основании анкетирования населения по составу рациона питания установлен вклад каждой из компонент в общую дозу внутреннего облучения. Выявлены группы жителей со значительными различиями в дозах внутреннего облучения в пределах одного населенного пункта.

Ключевые слова: доза внутреннего облучения, цезий-137, рацион, сельский житель, грибы, молоко.

## ON INTERNAL DOSES OF IRRADIATION OF RURAL INHABITANTS OF BELARUS POLESYE

V.S. Averin, E.N. Tsurankov, A.I. Kostyrko

Institute of Radiology

An assessment of valid internal irradiation doses of rural inhabitants from six settlements of Belarus Polesye have been conducted. Basing on diet preferences an income of each of the diet component to overall internal irradiation dose was stated. The groups of population from inside the settlements which have significant differences in internal doses were registered.

Key words: doses of internal irradiation, caesium-137, diet, rural inhabitant, mushrooms, milk.

### **Введение**

В результате аварии на Чернобыльской АЭС значительная часть территории Республики Беларусь подверглась радиоактивному загрязнению. В зоне загрязнения более 37 кБк/м<sup>2</sup> по <sup>137</sup>Cs оказалось 1300 тыс. га земель, 30% из которых находятся в зоне 185–555 кБк/м<sup>2</sup>. Потребление молока остается в ряде случаев ведущим фактором, определяющим величину дозовой нагрузки за счет внутреннего облучения. Соотношение между дозами внутреннего и внешнего облучения населения с годами имеет тенденцию к увеличению доли внутреннего облучения.

Законом Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения» установлено, что средняя годовая эффективная доза облучения не должна превышать 1 мЗв сверх дозы, формируемой естественными источниками радиации.

В районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению, осуществляется комплекс защитных мероприятий, направленных на снижение радиационных нагрузок на население. Результативность контрмер оценивается как по среднегодовой эффективной дозе облучения, так и по критерию «коллективная доза».

Начиная с 1989 года, разработан и реализуется в рамках Государственной программы по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС комплекс мероприятий по снижению дозы облучения жителей сельских населенных пунктов. В рамках программы населению выделяются культурные пастбища и сенокосы, цезийсвязывающие препараты на корм скоту, проводится ряд организационно-технических работ. Однако в отдельных населенных пунктах вопрос получения молока, соответствующего нормативным значениям, несмотря на проводимые мероприятия остается актуальным. Ситуация усугубляется еще и тенденцией к увеличению молочного стада личных подсобных хозяйств при относительно непродуктивной кормовой базе. Кроме того, проводимые из года в год измерения доз внутреннего облучения сельских жителей выявляют людей с аномально высокими дозами внутреннего облучения, которые нельзя объяснить только потреблением продуктов питания местного производства. Очевидно, существуют другие источники поступления <sup>137</sup>Cs в организм таких людей. К

таким источникам относятся «дары леса», употребление которых сельскими жителями до сих пор остается достаточно значительным.

### **Материалы и методы**

Измерения доз внутреннего облучения сельских жителей проводились в населенных пунктах Лельчицкого района Гомельской области. Выбор района был обусловлен тем, что более 80% территории района занято лесными массивами, что обуславливает непростую радиологическую ситуацию с получением нормативно чистой продукции (молоко) в личных подсобных хозяйствах и значительным потреблением населением «даров леса». Ситуация осложнена недостатком сельскохозяйственных угодий для создания окультуренных сенокосов и пастбищ.

В расчетах использовались также измерения по содержанию <sup>137</sup>Cs в молоке коров ЛПХ, выполненные местными центрами радиационного контроля (МЦРК) Лельчицкого района.

В качестве объектов исследования выбрано шесть населенных пунктов, в трех из них сельским населением (Боровое, Буйновичи, Милошевичи) используются пастбища 2–3 лет эксплуатации, еще в трех (Букча, Гребени, Тонеж) — пастбища после 15-летней эксплуатации.

СИЧ-измерения жителей всех шести населенных пунктов Лельчицкого района проводились на протяжении апреля–сентября 2004 года. Всего выполнено более 850 измерений.

Содержание <sup>137</sup>Cs в организме жителей измеряли непосредственно по его гамма-излучению с помощью спектрометра излучения человека типа СКГ-АТ1316, заводской номер 6907. Прибор сертифицирован в Республике Беларусь, зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под номером Р 03 17 1658 02 и допущен к применению. Измерения проводились на основе «Методики измерений активности гамма-излучающих радионуклидов в теле человека с помощью спектрометра излучения человека СКГ-АТ1316». Настоящая методика применялась совместно с документом «Спектрометр излучения человека СКГ-АТ1316. Руководство по эксплуатации».

### **Результаты и обсуждение**

Создание окультуренных пастбищ и сенокосов является наиболее эффективным способом снижения содержания <sup>137</sup>Cs в мо-

локе коров частного сектора. Однако на практике в ряде случаев эффективность данной контрмеры крайне сложно проследить. При надлежащем соблюдении всех требований при проведении работ теоретически можно ожидать снижения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в молоке коров частного сектора до 10 раз (в первые годы после аварии в случае проведения работ на землях, где до этого не проводилось никаких мероприятий). Реальная же эффективность с точки зрения снижения содержания радионуклида в молоке с учетом всего поголовья скота может оказаться значительно ниже. Связано это как со снижением эффективности самой контрмеры с годами, так и со степенью использования населением созданных пастбищных или сенокосных угодий. Большое значение для эффективного использования улучшенных угодий имеет продолжительность использования, соблюдение сроков начала использования сенокосно-пастбищных угодий, влияние неблагоприятных метеорологических условий, применение бессистемного или свободного стравливания. Все вышеперечисленные факторы приводят к необходимости проведения перезалужения пастбищ. Однако в этом случае на этих же угодьях

теоретически трудно ожидать значительного эффекта проводимых мероприятий по снижению концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в молоке коров.

#### **Оценка доз внутреннего облучения сельского населения**

Общепринято, что доля молока и молочных продуктов в общей дозе внутреннего облучения сельского населения может составлять до 50–80% от суммарной дозы внутреннего облучения [2, 3]. Проводимые в населенных пунктах Лельчицкого района защитные меры по снижению дозы внутреннего облучения сельского населения традиционно связаны с мероприятиями по снижению удельной активности молока, производимого в личных подсобных хозяйствах.

Как видно из таблицы 1, на протяжении последних 5 лет средние значения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в молоке коров, несмотря на определенную вариабельность, снижаются как в населенных пунктах, где используются улучшенные пастбища, так и тех, где население выпасает скот на пастбищах, которые были созданы в первые годы после аварии и практически деградировали до естественных угодий. Причем, чем выше начальное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в молоке, тем значительнее снижение в последующие годы.

**Таблица 1**

#### **Динамика средних значений содержания $^{137}\text{Cs}$ в молоке коров различных групп населенных пунктов Лельчицкого района Гомельской области**

Год	Пастбища 2–3 лет эксплуатации			Пастбища после 15-летней эксплуатации		
	Боровое	Буйновичи	Милошевичи	Букча	Гребени	Тонеж
2000	157	66	97	46	86	44
2001	<b>Создание пастбищ</b>		108	29	54	53
	144	66				
2002	<b>Начало эксплуатации</b>		<b>Создание пастбищ</b>		30	69
	84	59	116			
2003	77	60	<b>Начало эксплуатации</b>		32	51
			74			
2004	81	48	67	33	49	36

Средние значения дозы внутреннего облучения различных групп населения обследованных населенных пунктов, рассчитанных по результатам измерения инкорпорированного в организме  $^{137}\text{Cs}$ , приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, дозы внутреннего облучения выше у мужчин, чем у женщин. Практически во всех населенных пунктах, за

исключением н.п. Гребени, отмечаются случаи превышения дозы 1 мЗв/год. Причем дозы выше 1 мЗв/год отмечаются только у мужчин, и лишь в н.п. Боровое отмечено превышение этого значения у женщин.

Наиболее уязвимой группой населения с точки зрения влияния облучения традиционно считаются дети. С целью сопоставления доз внутреннего облучения

все исследуемое население было разбито на две группы: взрослые и дети (3–16 лет). В таблице 3 отражены дозы внутреннего облучения этих групп населения. Как

видно из таблицы 3, дозы внутреннего облучения детей в полтора и более раз ниже, чем у взрослых во всех исследуемых населенных пунктах.

Таблица 2

**Дозы внутреннего облучения (2004 г.) различных групп населения населенных пунктов Лельчицкого района, мЗв/год**

НП	Группа	Число измерений	Среднее значение	Стандартное отклонение	Мин. значение	Макс. значение
Пастбища 2–3 лет эксплуатации						
Боровое	Мужчины	59	0,64	0,33	0,033	1,53
	Женщины	47	0,46	0,27	0,095	1,38
	Все население*	106	0,55	0,31	0,033	1,53
Буйновичи	Мужчины	57	0,52	0,32	0,062	1,46
	Женщины	50	0,31	0,16	0,076	0,85
	Все население*	107	0,42	0,28	0,062	1,46
Милошевичи	Мужчины	60	0,52	0,33	0,062	1,69
	Женщины	46	0,31	0,16	0,047	0,7
	Все население*	106	0,46	0,29	0,047	1,69
Пастбища свыше 15 лет эксплуатации						
Букча	Мужчины	53	0,52	0,28	0,04	1,24
	Женщины	43	0,25	0,17	0,039	0,72
	Все население*	96	0,39	0,27	0,039	1,24
Гребени	Мужчины	48	0,3	0,18	0,0085	0,88
	Женщины	42	0,23	0,17	0,041	0,9
	Все население*	90	0,28	0,18	0,0085	0,9
Тонеж	Мужчины	31	0,52	0,25	0,056	1,15
	Женщины	46	0,31	0,16	0,045	0,72
	Все население*	77	0,36	0,22	0,045	1,15

Примечание:\* — не включая детей до 16 лет.

Кроме того, четко прослеживается сезонная вариабельность доз внутреннего облучения в обеих группах населения: снижение к началу лета и увеличение с наступлением осеннего периода. Различия в дозах внутреннего облучения у детей и взрослых более заметны в летний период, чем в начале осени. Этот факт, по всей видимости, связан с тем, что очищение организма детей от  $^{137}\text{Cs}$  происходит быстрее, чем у взрослых после уменьшения количества «даров леса» в рационе в зимний период.

Важным моментом исследований было установление зависимости доз облучения от характера деятельности проживающего населения. С этой целью население всех шести исследуемых деревень было условно разделено на 5 групп. Кроме того, каждая группа была разделена по половому признаку. Выбор таких групп был связан как с наличием достаточного числа (репрезентативность выборки) лиц в каждой группе, так и исходя из возможных различий в образе жизни. Результаты дифференциации населения, исходя из вышеприведенных критериев, представлены на рисунке 1.

Таблица 3

Дозы внутреннего облучения взрослых и детей

НП	Группа населения	Время проведения СИЧ-измерений		
		Апрель	Июль	Сентябрь
Пастбища 2–3 лет эксплуатации				
Боровое	Взрослые	0,63	0,52	0,44
	Дети до 16 лет	—	0,22	0,22
Буйновичи	Взрослые	0,50	0,40	0,48
	Дети до 16 лет	—	0,10	0,22
Милошевичи	Взрослые	0,52	0,32	0,35
	Дети до 16 лет	—	0,11	0,17
<b>в среднем</b>	Взрослые	<b>0,56</b>	<b>0,41</b>	<b>0,42</b>
	Дети до 16 лет	—	<b>0,14</b>	<b>0,2</b>
Пастбища свыше 15 лет эксплуатации				
Гребени	Взрослые	0,29	0,29	0,40
	Дети до 16 лет	—	0,067	0,31
Букча	Взрослые	0,50	0,27	0,54
	Дети до 16 лет	—	—	0,26
Тонеж	Взрослые	0,34	0,46	0,47
	Дети до 16 лет	—	—	0,14
<b>в среднем</b>	Взрослые	<b>0,38</b>	<b>0,34</b>	<b>0,47</b>
	Дети до 16 лет	—	<b>0,07</b>	<b>0,14</b>

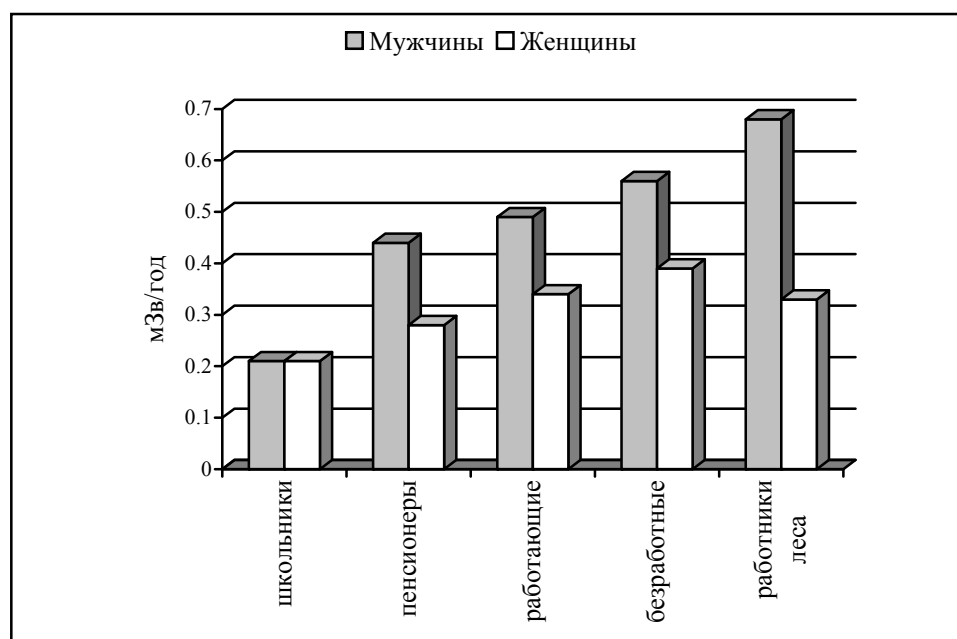


Рис. 1. Дифференциация доз внутреннего облучения сельских жителей в зависимости характера деятельности

Средние значения доз внутреннего облучения можно расположить в следующем возрастающем порядке: ученики — 0,21 мЗв/год,

пенсионеры — 0,36 мЗв/год, работающие — 0,41 мЗв/год, безработные — 0,49 мЗв/год, лесники — 0,66 мЗв/год.

При оценке взаимосвязи создания пастбищных угодий и доз внутреннего облучения сельского населения крайне необходимо установление составляющих компонент эффективности. На наш взгляд, при создании пастбищ можно выделить несколько слагаемых эффективности — экономические, дозовые и социальные. Некоторые из этих компонент косвенно взаимосвязаны. К ним относятся: окупаемость затрат по созданию пастбищных угодий за счет увеличения молочной продуктивности коров частного сектора; результирующее снижение удельной активности молока после начала выпаса коров на улучшенных пастбищных угодьях; снижение доз внутреннего облучения за счет употребления более чистого молока; получение населением дополнительной финансовой прибыли от сдачи молока и, как следствие, возможное уменьшение потребления грибов и дичи за счет улучшения финансового положения семьи.

Накапливающиеся материалы свидетельствуют, что роль «даров природы» в формировании дозы внутреннего облучения населения явно недооценивается. По расчетам ученых Санкт-Петербургского НИИ радиационной гигиены, доза внутреннего облучения населения Брянской области в 1994–1999 гг. только за счет потребления грибов составляла для  $^{137}\text{Cs}$  — 37%, а для  $^{90}\text{Sr}$  — 11% [2].

Например, в Наровлянском районе Гомельской области, одном из наиболее «грязных» районов, поступление  $^{137}\text{Cs}$  в организм людей обусловлено (средние данные) потреблением, главным образом, молока — 47,0%, «даров природы» (грибов, дичи, лесных ягод) — 32,9% и мясопродуктов — 11,9% [1].

Наряду с СИЧ-измерениями проводилось анкетирование населения с целью установления вклада потребляемых продуктов местного производства (молоко, молочные продукты), а также «даров леса» (грибы, ягоды, дичь) в дозу внутреннего облучения (рис. 2). Полученная информация была обработана и использовалась для расчета вклада каждой из компонент рациона в общую дозу внутреннего облучения. На основании опросов все население исследуемых населенных пунктов было разбито на 5 групп:

1 — население, совершенно не употребляющее молоко, молочные продукты и дары леса (базовый рацион).

2 — население, потребляющее базовый рацион и молоко.

3 — население, потребляющее базовый рацион и грибы.

4 — население, потребляющее базовый рацион, молоко и грибы.

5 — население, потребляющее базовый рацион, молоко, грибы и дичь.

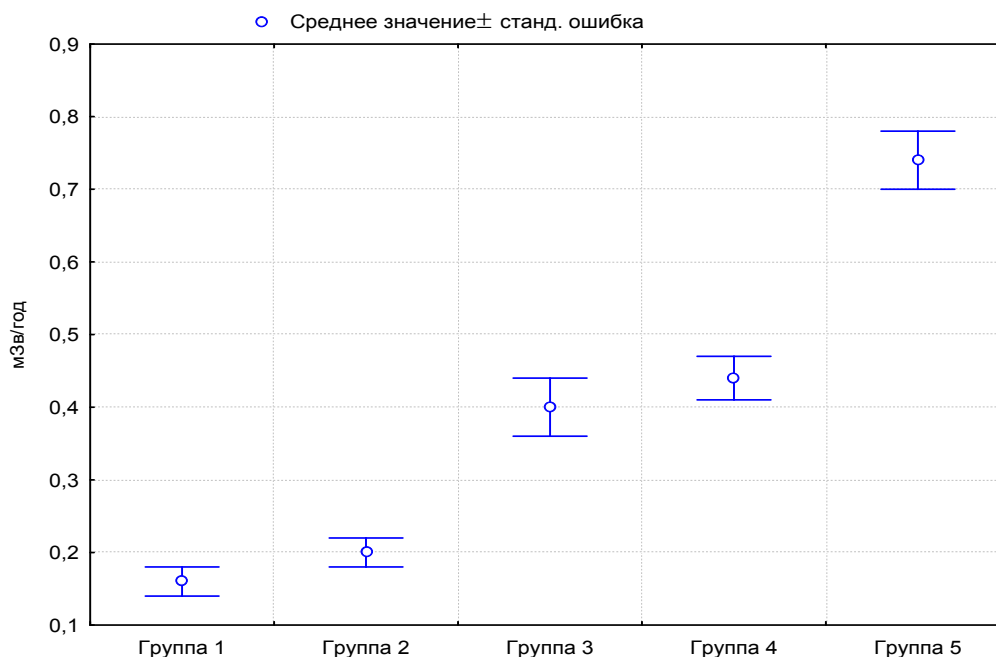


Рис. 2. Доза внутреннего облучения в зависимости от разных рационов питания сельских жителей

Как видно из рисунка 2, наибольший вклад в дозу внутреннего облучения отдельных слоев населения вносит потребление грибов и дичи. Дополнительная доза внутреннего облучения за счет потребления молока и молочных продуктов невелика и составляет около 25% на фоне стандартного рациона и менее 5–10% с учетом потребления грибов и дичи.

Таким образом, реальный вклад молочной компоненты в дозу внутреннего облучения населения в исследуемых населенных пунктах ниже приводимых выше литературных данных, а основная средняя доза внутреннего облучения для всех категорий населения формируется в летне-осенний период за счет грибной компоненты.

#### **Выводы**

1. Создание и использование улучшенных пастбищных угодий в исследуемых населенных пунктах Лельчицкого района позволяет получать молоко в частном секторе, соответствующее установленным в Республике Беларусь нормативом по содержанию  $^{137}\text{Cs}$ .

2. Доза внутреннего облучения сельских жителей Лельчицкого района, формируемая за счет молочной компоненты, составляет около 25% (без учета потребления грибов и мяса диких животных) и менее 10% при потреблении грибов и дичи.

3. До 70% средней дозы внутреннего облучения сельских жителей Лельчицкого

района формируется за счет потребления грибов и мяса диких животных.

4. Среди жителей одного населенного пункта существуют группы населения со значительными различиями в дозах внутреннего облучения. Наименьшие средние дозы внутреннего облучения имеют дети школьного возраста, наибольшие — работники леса.

#### **Заключение**

При принятии решения о необходимости проведения «молочных» контрмер требуется предварительное репрезентативное проведение СИЧ-измерений для установления вклада молочной компоненты в среднюю дозу внутреннего облучения сельского населения и установления потенциальной эффективности предполагаемых контрмер. Кроме того, по нашему мнению, необходима серьезная пропагандистская и разъяснительная работа среди населения, направленная на уменьшение до минимума потребления грибов, мяса диких животных, лесных ягод.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Анализ радиационного качества молока из личных подсобных хозяйств Гомельской области с целью разработки рекомендаций по применению защитных мер: Отчет о НИР (заключит.) / Гомельский филиал ГФ НИКИ РМ и Э. Рук. темы В.Е. Шевчук. — Гомель, 1997. — 56 с.

2. *Алексахин Р.М.* Защитные мероприятия в агропромышленном производстве при радиационной аварии // Атомная энергия. — 1992. — Вып. 72. — № 2. — С. 206–208.

3. Публикация МКРЗ 57, 1997.

*Поступила 06.05.2005*

**УДК 612.014.482/541:576.75**

### **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ В КЛЕТКАХ КРОВИ МЫШЕЙ ПРИ СОЧЕТАННОМ РАДИАЦИОННО-ТОКСИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ. РОЛЬ МОЩНОСТИ ДОЗЫ**

**С.Н. Сушко, А.Ф. Маленченко, Н.А. Ферапонтова**

**Институт радиобиологии НАН Беларуси  
Объединенный институт энергетических  
и ядерных исследований НАН Беларуси**

Изучено сочетанное однократное и пролонгированное  $\gamma$ -облучение в дозе 0,35 Гр (мощность дозы 1 Гр/ч и 0,008 Гр/ч) и введение уретана на индукцию хромосомных аберраций (ХА) в клетках костного мозга и частоту микроядер (МЯ) в полихроматофильных эритроцитах периферической крови, а также действие  $\gamma$ -облучения, уретана и ингаляции диоксидом азота на индукцию аденом легких. Корреляция между ХА обменного типа и мощностью дозы была обратной направленности. Частота аденом легких при сочетанном действии в случае пролонгированного облучения с низкой мощностью дозы увеличилась, коррелируя с уровнем ХА обменного типа.

**Ключевые слова:** ионизирующее излучение, мощность дозы, уретан, оксиды азота, костный мозг, хромосомные аберрации, полихроматофильные эритроциты, микроядра, аденомы легких.