

Об устойчивости относительной дозы внутреннего облучения жителей и семей сельского населённого пункта

Н.Г. Власова¹, В.В. Ставров¹, Л.Н. Эвентова², А.В. Рожко¹

¹ Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» МЗ Беларуси, Гомель, Беларусь

² Иностранное предприятие «ИВА-Гомель», Гомель, Беларусь

Анализ распределений дозы внутреннего облучения жителей населённого пункта Киров за 10-летний период подтвердил гипотезу о том, что доза каждого индивида, а также каждой семьи на кривой распределения дозы имеет своё определённое место, причём постоянное во времени, т.е. у отдельных лиц, семей относительные дозы одинаковы. Эта закономерность может быть использована как основа методического подхода реконструкции индивидуальных доз облучения лиц любого временного периода аварии.

Ключевые слова: индивид, семья, распределение дозы, устойчивость, сезонность.

Введение

В конце 1980-х гг. в Беларуси была введена система мониторинга доз внутреннего облучения жителей загрязнённых чернобыльскими радионуклидами территорий с помощью спектрометров излучения человека (СИЧ). Результаты СИЧ-измерений являются интегральным показателем уже поступившего в организм человека с пищевыми продуктами цезия-137. За 25 лет был накоплен значительный объём информации и сформирована в ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ» «База данных СИЧ-измерений жителей Республики Беларусь за период 1987–2008 гг.», регистрационное свидетельство № 58709000637, которая содержит более 2 миллионов записей, что позволило вполне обоснованно использовать её для исследования закономерностей формирования доз облучения населения.

Доза внутреннего облучения человека формируется за счёт потребления загрязнённых радионуклидами пищевых продуктов, причём уровень потребления их определяется его личностными характеристиками и социально-экономическим статусом [1, 3, 4]. Распределение дозы в населённом пункте (НП) определяется личностными характеристиками каждого из жителей. Поэтому естественно предположить, что относительная доза человека на кривой распределения будет оставаться неизменной во времени.

Каждый человек – член семьи. В рамках семьи, как правило, осуществляется основное потребление пищевых продуктов. Этому предшествует формирование восприятия фактора радиационной опасности. Прямой фактор формирования дозы облучения (потребление загрязнённых пищевых продуктов, таких как молоко, грибы, дичь) определяется рядом косвенных факторов, связанных с социально-экономическими характеристиками семьи. Следовательно, каждая семья характеризуется присущей ей дозой облучения [2, 5]. Таким образом, распределение дозы в НП определяется ещё и особенностями каждой семьи. Поэтому предположим, что относительная доза каждой семьи, аналогично таковой каждого индивида, на кривой распределения будет оставаться неизменной во времени.

Материалы и методы

Для проведения исследования был выбран НП в наиболее загрязнённом Наровлянском районе Гомельской области – Киров, расположенный практически в лесу. Как показали наши исследования, в формировании дозы внутреннего облучения большое значение играет «лесной» фактор, обусловленный потреблением ягод, грибов и дичи [1, 5, 7].

Были использованы данные по дозам внутреннего облучения, оценённым по результатам СИЧ-измерений содержания радионуклидов цезия в организме жителей населённого пункта Киров Наровлянского района за 10-летний период 1990–1999 гг. и 2006 г., содержащиеся в «Базе данных СИЧ-измерений жителей Республики Беларусь за период 1987–2008 гг.». Для идентификации семей, установления их социально-демографических характеристик информация была получена из похозяйственной книги в сельсовете.

Применены методы прикладной статистики: дисперсионный анализ, многомерный статистический анализ. Статистическую обработку материалов проводили с помощью пакета статистических программ «STATISTICA 6.0» и «MICROSOFT EXCEL 2010».

Результаты и обсуждение

Проанализированы представительные выборки данных, оценённых по результатам СИЧ-измерений, доз внутреннего облучения за 10 лет по выбранному НП Киров.

Выявлены жители, имеющие одинаковые во времени относительные дозы: доза каждого из них соответствует определённому значению квантиля распределения дозы за каждый год. Характеристики некоторых из них приведены в таблице 1.

Для подтверждения предположения об устойчивости относительной дозы внутреннего облучения был использован ранговый критерий [6].

Подготовка данных состояла из 2 этапов:

1. В связи с разреженным характером данных по годам объединили относительные дозы в четыре временных периода: 1990–1991 гг., 1992–1993 гг., 1994–1996 гг., 1997–1999 гг., в результате получили плотно заполненные столбцы.

Таблица 1

Устойчивость относительной дозы внутреннего облучения (соответствующие квантили распределения дозы внутреннего облучения) жителей НП Киров

Индивид	Пол	Год рождения	Профессия	Значение квантиля распределения дозы внутреннего облучения									
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ю.Т.	Ж	1976	Учащаяся		16%		5%		30%			22%	
Д.Л.	Ж	1957	Медсестра				40%	25%	25%	19%		21%	38%
Р.Л.	М	1939	Рабочий	90%	92%	83%	89%		93%	82%	96%		78%
П.И.	М	1909	Пенсионер	93%			98%				99%		
Н.Т.	Ж	1948	Служащая	76%		82%		72%			86%		69%
И.Г.	Ж	1977	Учащаяся		20%	7%			32%		24%		
П.М.	Ж	1980	Учащаяся	56%		58%	64%	70%		76%		51%	
Т.Х.	М	1938	Лесник	88%	90%	96%	89%		96%	82%		90%	98%
З.Х.	Ж	1939	Служащая	83%		92%			89%		94%	89%	
М.Т.	М	1948	Рабочий		94%	88%		87%	92%	80%	96%		85%
А.Н.	М	1974	Домохозяйка		35%		41%		25%	23%		22%	
В.М.	М	1981	Учащийся		15%	21%		8%		19%	21%	12%	
Т.М.	М	1983	Учащийся	16%			13%	5%	6%	3%			6%
И.К.	Ж	1964	Служащая			51%		48%		56%		61%	49%
С.С.	М	1962	Водитель		61%		68%	85%		87%	93%	89%	90%
Н.К.	М	1985	Учащийся	24%		22%	28%		23%			18%	
В.К.	Ж	1986	Учащаяся	12%			21%		18%		13%		15%
И.Т.	Ж	1980	Учащаяся			95%		65%		89%		93%	95%
М.Т.	М	1982	Учащийся		84%		95%		69%		97%		
Н.К.	М	1943	Водитель	80%		84%		89%				92%	
К.Н.	М	1936	Водитель	89%			91%		80%		86%		
М.Т.	М	1969	Водитель			93%	92%				95%		
К.В.	М	1927	Пенсионер		91%	94%	89%	92%		84%		97%	88%
Т.З.	Ж	1928	Пенсионерка	91%				97%			96%		
М.К.	М	1930	Пенсионер	66%		73%		77%		80%			69%

Таблица 2 (окончание)

2. Отбраковали (удалили) строки, в которых отсутствуют данные за какой-либо период в объединенных столбцах. В результате получили 4 столбца и 19 строк данных.

Вычислили ранг квантиля распределения дозы в столбце путем размещения квантилей по возрастанию (табл. 2).

Таблица 2

Ранг квантилей распределения дозы внутреннего облучения индивидов

1990–1991	1992–1993	1994–1996	1997–1999
4	1	6	5
18	19	18	12
11	11	10	10
5	2	7	7
8	8	9	8
14	18	19	16
13	15	15	15
19	13	16	13
7	7	5	6

1990–1991	1992–1993	1994–1996	1997–1999
2	5	2	2
3	3	1	1
9	9	13	14
6	6	4	4
1	4	3	3
15	17	8	19
12	12	14	17
16	14	12	11
17	16	17	18
10	10	11	9

Статистический анализ проведен в «MICROSOFT EXCEL 2010».

Коэффициент конкордации:

$$W_r = \frac{12 \cdot SQ}{k^2 \cdot N \cdot (N^2 - 1)}$$

где k – количество столбцов (=4)

N – количество строк (=19)

SQ – сумма квадратов отклонений сумм рангов по строкам от среднерасчетной величины

$$\text{Средний ранг} = \frac{k \cdot (N + 1)}{2} = (40)$$

В рассматриваемой таблице $W_r=0,889$.

Статистика (x-показатель для F-теста)

$$(k - 1) \cdot \frac{W_r}{1 - W_r} = 24,036$$

примерно распределена по закону Фишера F с N-1 (=18), (N-1) • (k-1) - 2 (=52) степенями свободы.

Уровень значимости для x = 0,0001. Гипотеза о согласии не отвергается.

Сравнивая значение 24,036 со значением F (18,52) с заданным уровнем значимости для гипотезы 0,01, следует отклонить гипотезу о независимости квантилей распределения дозы внутреннего облучения исходной таблицы. Близкое к 1 значение коэффициента конкордации подтверждает предположение об относительно стабильном ранге относительных доз внутреннего облучения обследуемых лиц в выборках по годам.

Следует отметить, что у лиц, распределившихся таким образом по квантилям распределения дозы, различаются не только дозы, но и индивидуально-личностные и социально-экономические характеристики.

Аналогично были выявлены семьи, члены которых имеют одинаковые во времени относительные дозы, т.е. доза каждого из них соответствует определённому значению квантиля распределения дозы за каждый год. Характеристики некоторых из них представлены в таблице 3.

Таблица 3

Устойчивость относительной дозы внутреннего облучения (соответствующие квантили распределения дозы внутреннего облучения) в семьях НП Киров

Семья	Пол	Год рождения	Профессия	Значение квантиля распределения дозы внутреннего облучения										
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
Б-вы	М	1949	Водитель				92%	92%			71%	68%		90%
	Ж	1955	Учитель				97%	92%	70%				92%	98%
	Ж	1977	Служащая					84%						90%
	М	1981	Учащийся				98%			55%		96%	91%	99%
	М	1983	Учащийся			87%	99%			66%		99%		
Ка-н	М	1930	Лесник	99%								99%		
	Ж	1938	Пенсионерка	85%		89%	93%						90%	
Ат-ко	М	1949	Водитель	21%			43%			56%	9%	46%		31%
	Ж	1965	Рабочая		38%		43%			26%	23%		20%	
	М	1981	Учащийся		15%		21%	6%			9%	27%	9%	
	Ж	1983	Учащаяся	17%			25%	5%	2%		1%			12%
Н.-ко	М	1956	Водитель	38%		23%		36%			39%	19%		42%
	Ж	1959	Служащая		35%		25%			35%	28%		26%	
	М	1976	Учащийся	31%			28%	26%			9%	27%	19%	31%
	Ж	1979	Учащаяся	35%		27%		17%	13%		15%			27%
Т-н	М	1981	Учащийся	38%		27%	33%			23%	21%			35%
	М	1985	Учащийся		35%		29%			28%		32%	28%	
М-ко	М	1927	Пенсионер		96%		86%	79%				92%		88%
	Ж	1931	Пенсионерка	84%		85%		91%			89%			90%
П-ко	М	1953	Водитель		44%		28%			29%		36%		39%
	Ж	1955	Рабочая	32%		43%				36%	41%	33%	29%	
	М	1981	Учащийся		27%		32%	37%			39%		29%	28%
	Ж	1983	Учащаяся	9%	25%		35%	5%		32%		31%	11%	
Ко-о	М	1952	Лесник	90%		88%				94%		90%		98%
	Ж	1955	Служащая	85%	96%		79%	92%	69%	88%	72%	78%	95%	
	М	1979	Рабочий	97%		91%	89%		79%		93%		96%	
Тр-к	М	1943	Лесник	90%			89%	98%			96%	94%		99%
	Ж	1947	Служащая		94%	80%	86%			95%	91%	92%		90%
М-к	М	1938	Рабочий	44%		38%	31%	41%			48%		36%	29%
	Ж	1939	Рабочая	40%		26%	28%	49%			40%	34%	37%	32%

Для подтверждения предположения об устойчивости относительной дозы внутреннего облучения семей (членов семьи) аналогично проведенному анализу для индивидов был использован тот же ранговый критерий [6].

Подготовка данных состояла из 2 этапов:

1. В связи с разреженным характером данных по годам объединили относительные дозы восьми последних семей таблицы в пять временных периодов: 1990–1991 гг., 1992–1993 гг., 1994–1995 гг., 1996–1997 гг., 1998–1999 гг., в результате получили плотно заполненные столбцы.

2. В результате получили 5 столбцов и 23 строки данных.

Вычислили ранг квантиля распределения дозы в столбце путем размещения квантилей по возрастанию (табл. 4).

Таблица 4

Ранг квантилей распределения дозы внутреннего облучения членов семей

1990–1991	1992–1993	1994–1995	1996–1997	1998–1999
4	15	16	15	11
12	14	6	6	4
1	1	2	3	1
2	3	1	1	3
13	2	12	8	16
9	4	10	7	6
6	6	7	4	5
8	5	3	2	7
11	10	5	5	14
10	9	8	10	8
22	20	18	21	18
17	19	20	18	19
15	8	9	11	15
7	16	11	12	10

Таблица 4 (окончание)

1990–1991	1992–1993	1994–1995	1996–1997	1998–1999
5	11	13	14	9
3	13	4	9	2
20	21	21	19	22
18	17	17	17	17
23	23	19	22	21
19	22	23	23	23
21	18	22	20	20
16	12	14	16	12
14	7	15	13	13

Коэффициент конкордации – 0,851.

Статистика 22,872 (x-показатель для F-теста) примерно распределена по закону Фишера F с N-1=22, 86 степенями свободы. Уровень значимости для $\alpha = 0,000$. Гипотеза о согласии не отвергается. Сравнимая значение 22,872 со значением F(22, 86) с заданным уровнем значимости для гипотезы 0,01, следует отклонить гипотезу о независимости квантилей распределения дозы внутреннего облучения исходной таблицы.

Значение коэффициента конкордации подтверждает предположение об относительно стабильном ранге относительных доз внутреннего облучения обследуемых семей в выборках по годам.

Методом однофакторного дисперсионного анализа были выделены 2 сезона: весна – лето: март, апрель, май, июнь, июль; осень – зима: август, сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь, январь, февраль (сельские жители употребляют сухие грибы зимой, заготовленные осенью), для которых средние дозы внутреннего облучения значимо различаются по среднему значению [1]. Результаты представлены в таблицах 5, 6 и на рисунках 1–4. Достоверность различий оценивали по критерию Манна – Уитни для сравнения выборок, не подчиняющихся закону нормального распределения.

Таблица 5

Параметры распределения дозы внутреннего облучения населения НП Киров

Год	Количество обследованных	Численность населения	16%	25%	Медиана	Среднее	75%	84%	СГО*
			квантиль	квантиль			квантиль	квантиль	
мЗв/год									
1990	47	1067	0,20	0,24	0,59	1,04	1,10	2,18	3,70
1991	36	719	0,07	0,11	0,29	0,98	1,06	2,28	7,79
1992	185	633	0,16	0,31	0,71	1,33	1,46	2,15	3,05
1993	355	527	0,44	0,62	1,24	2,21	2,62	3,60	2,90
1994	170	505	0,15	0,22	0,46	1,00	1,07	1,56	3,42
1995	318	517	0,13	0,20	0,41	0,79	0,94	1,40	3,45
1996	492	492	0,24	0,34	0,73	1,30	1,59	2,10	2,86
1997	334	444	0,15	0,25	0,62	1,43	1,98	2,83	4,54
1998	476	424	0,16	0,25	0,78	1,42	1,79	2,50	3,19
1999	302	423	0,21	0,28	0,54	0,91	1,04	1,42	2,61
2006	108	408	0,20	0,30	0,60	1,13	1,32	1,60	2,67

* СГО – стандартное геометрическое отклонение распределения: отношение 84% квантиля к 50% квантилю или к медиане.

Таблица 6

Сравнение параметров распределения дозы внутреннего облучения населения НП Киров по сезонам года

Год	Сезон	N	16% кван- тиль	25% кван- тиль	Медиана	Среднее	Стандартная ошибка	75% квантиль	84% квантиль	СГО	Уровень значи- мости р
1990	Осень – зима	47	0,20	0,24	0,59	1,04	0,29	1,10	2,18	3,70	
1991	Осень – зима	36	0,07	0,11	0,29	0,98	0,16	1,06	2,28	7,79	
1992	Весна – лето	47	0,06	0,10	0,19	0,36	0,09	0,39	0,52	2,75	0,000
	Осень – зима	138	0,46	0,35	0,88	1,66	0,19	1,90	2,43	2,75	
1993	Весна – лето	234	0,44	0,62	1,10	1,78	0,14	1,97	3,38	3,08	0,001
	Осень – зима	121	0,40	0,63	1,84	3,05	0,35	3,30	6,24	3,38	
1994	Весна – лето	92	0,04	0,18	0,40	0,84	0,12	0,87	1,51	3,73	0,002
	Осень – зима	78	0,21	0,29	0,51	1,19	0,28	1,27	1,64	3,24	
1995	Весна – лето	243	0,12	0,19	0,37	0,72	0,05	0,90	1,37	3,72	0,01
	Осень – зима	75	0,15	0,22	0,48	1,03	0,20	1,10	1,75	3,60	
1996	Весна – лето	176	0,17	0,26	0,50	0,88	0,09	1,16	1,39	2,76	0,003
	Осень – зима	316	0,28	0,43	0,86	1,53	0,11	1,82	2,66	3,07	
1997	Весна – лето	162	0,11	0,15	0,32	0,65	0,08	0,67	0,97	3,06	0,000
	Осень – зима	172	0,38	0,55	1,49	2,16	0,16	3,19	4,14	2,77	
1998	Весна – лето	211	0,12	0,17	0,56	1,12	0,11	1,46	1,97	3,49	0,001
	Осень – зима	265	0,20	0,36	0,91	1,66	0,14	2,10	2,94	3,23	
1999	Весна – лето	212	0,21	0,27	0,53	0,85	0,07	1,00	1,37	2,90	0,005
	Осень – зима	90	0,23	0,31	0,58	1,05	0,14	1,17	1,68	2,57	
2006	Осень – зима	108	0,20	0,30	0,60	1,13	0,13	1,32	1,60	2,67	

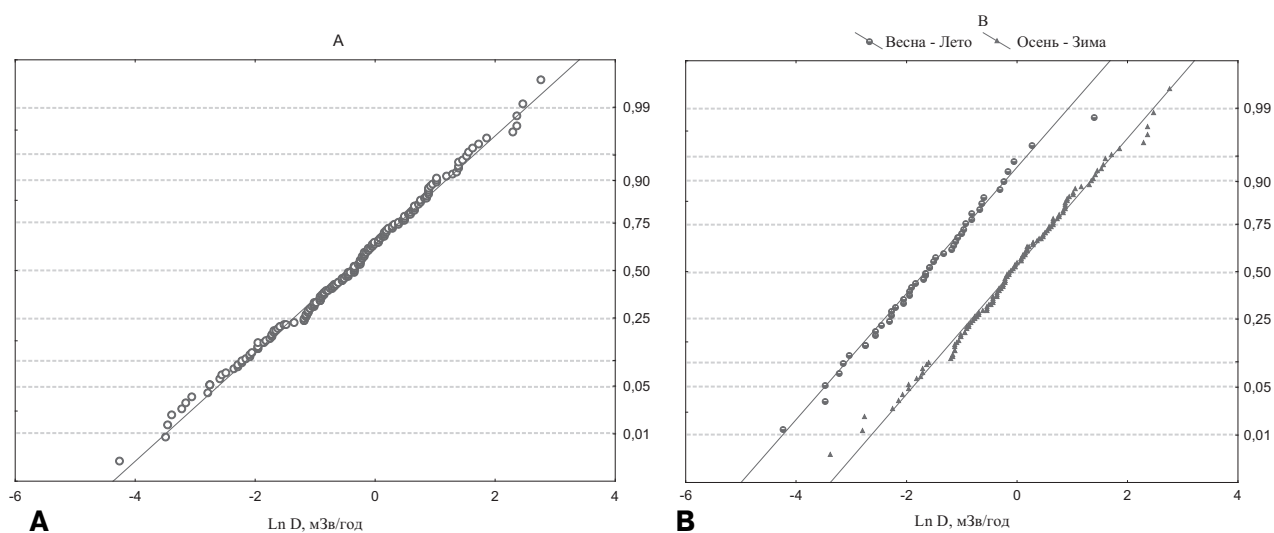


Рис. 1. Интегральное распределение дозы внутреннего облучения жителей НП Киров, 1992: А – весь НП; В – 2 сезона

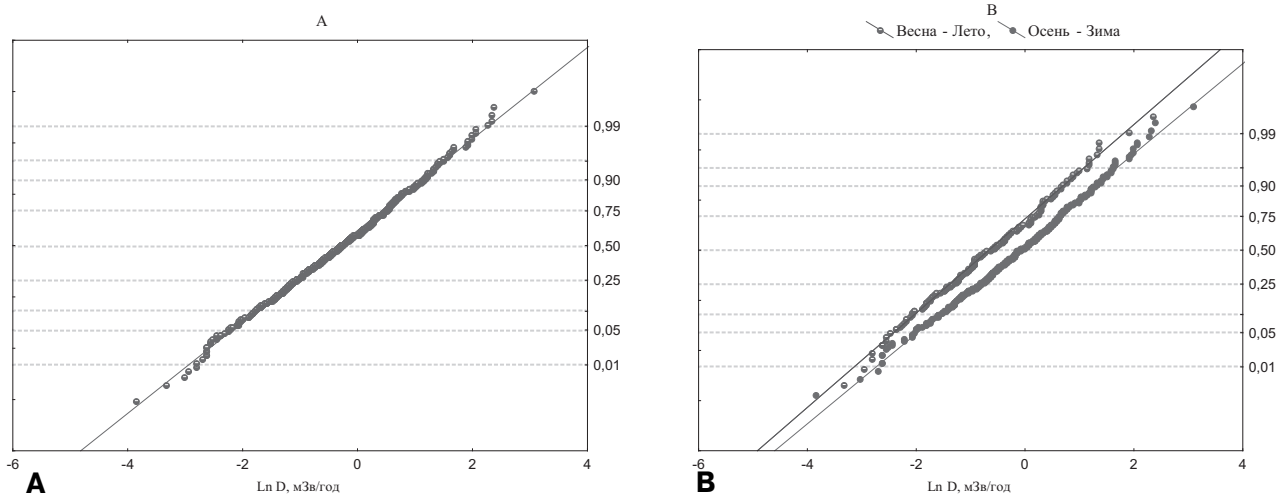


Рис. 2. Интегральное распределение дозы внутреннего облучения жителей НП Киров, 1996.
А – весь НП; В – 2 сезона

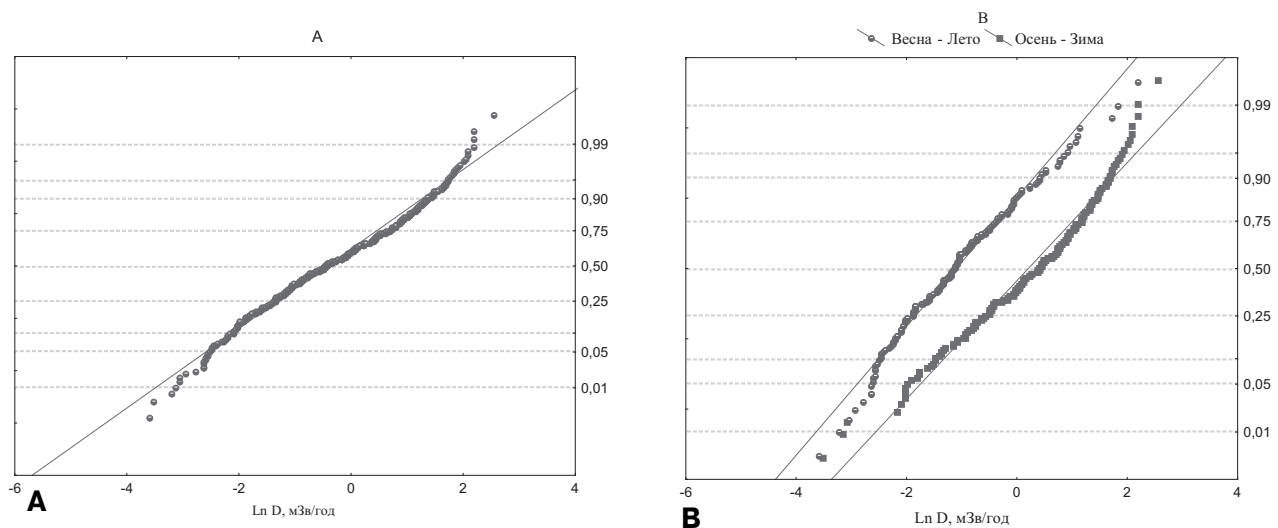


Рис. 3. Интегральное распределение дозы внутреннего облучения жителей НП Киров, 1997.
А – весь НП; В – 2 сезона

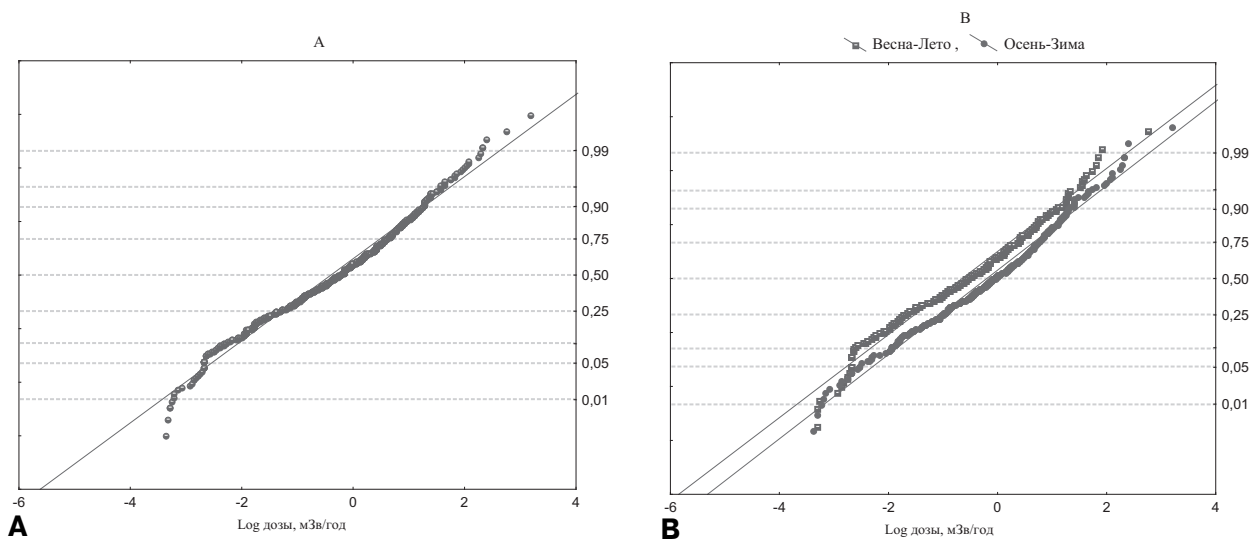


Рис. 4. Интегральное распределение дозы внутреннего облучения жителей НП Киров, 1998.
А – весь НП; В – 2 сезона

С учётом распределений дозы внутреннего облучения по двум выборкам жителей НП Киров, соответствующим двум сезонам, по каждому году, для лиц и семей (и членов семей), имеющих соответствующие квантили распределения дозы (относительные дозы внутреннего облучения) по НП за год в целом (см. табл. 1, 3), были определены значения квантилей распределения дозы соответствующих сезонов каждого из годов. Характеристики представлены в таблицах 7–10.

Устойчивость относительной дозы внутреннего облучения (соответствующие квантили распределения дозы внутреннего облучения) как для отдельных жителей, так и семей (членов семей) НП Киров для двух сезонных периодов сохраняется.

Кроме того, как следует из работы [2], средний относительный размах доз в классах семей НП Киров, сгруппированных по совокупности фактор-признаков, в среднем составляет 22%, что свидетельствует об однородности пищевого поведения в классах семей, тем более в рамках семьи, что ещё раз подтверждает тезис об устойчивости относительной дозы внутреннего облучения членов семьи.

Результаты настоящего исследования позволят с достаточно высокой степенью точности прогнозировать дозы облучения у отдельных лиц за любой календарный год (временной период) по их относительным дозам за один или несколько любых лет, или по известным относительным дозам у членов их семей.

Таблица 7

Устойчивость относительной дозы внутреннего облучения жителей НП Киров, осень – зима

Индивидуальность	Пол	Год рождения	Профессия	Значение квантиля распределения дозы внутреннего облучения									
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ю.Т.	Ж	1976	Учащаяся		16%		21%		23%			17%	
Д.Л.	Ж	1957	Медсестра					21%					48%
Р.Л.	М	1939	Рабочий	90%	92%	98%			93%		96%		97%
П.И.	М	1909	Пенсионер	93%			89%				99%		
Н.Т.	Ж	1948	Служащая	84%		77%		79%			76%		81%
И.Г.	Ж	1977	Учащаяся		13%				23%		29%		
П.М.	Ж	1980	Учащаяся	49%		53%		51%		56%		39%	
Т.Х.	М	1938	Лесник	98%	94%		99%		93%	88%		93%	91%
З.Х.	Ж	1939	Служащая	90%		95%			91%		97%	82%	
М.Т.	М	1948	Рабочий		86%	76%			91%	84%			83%
А.Н.	М	1974	Домохозяин		42%		44%			27%		29%	
В.М.	М	1981	Учащийся		11%	17%		9%		16%	27%	21%	
Т.М.	М	1983	Учащийся	13%			19%		12%	7%			10%
И.К.	Ж	1964	Служащая			58%		53%		59%		51%	56%
С.С.	М	1962	Водитель		71%		75%	81%		77%	81%	75%	79%
Н.К.	М	1985	Учащийся	19%		28%	17%		21%			16%	
В.К.	Ж	1986	Учащаяся	19%			17%		14%		10%		20%
И.Т.	Ж	1980	Учащаяся			91%		74%		88%		90%	89%
М.Т.	М	1982	Учащийся		91%		86%		78%		85%		
Н.К.	М	1943	Водитель	84%		81%		95%				96%	
К.Н.	М	1936	Водитель	81%			87%		76%		91%		
М.Т.	М	1969	Водитель			90%	82%				91%		
К.В.	М	1927	Пенсионер		81%	86%	92%	89%		88%		91%	82%
Т.З.	Ж	1928	Пенсионерка	96%				99%			91%		
М.К.	М	1930	Пенсионер	69%		68%		74%		73%			71%

Коэффициент конкордации – 0,928. Уровень значимости – 0,0001. Гипотеза о согласии не отвергается. Значение коэффициента конкордации (0,928) подтверждает предположение об относительно стабильном ранге относительных доз внутреннего облучения обследуемых лиц в зимне-осенние сезоны.

Таблица 8

Устойчивость относительной дозы внутреннего облучения жителей НП Киров, весна – лето

Инди- вид	Пол	Год рожде- ния	Профессия	Значение квантиля распределения дозы внутреннего облучения									
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ю.Т.	Ж	1976	Учащаяся		22%		19%		31%			46%	
Д.Л.	Ж	1957	Медсестра				39%		27%	14%		41%	
Р.Л.	М	1939	Рабочий		94%		93%			77%			80%
П.И.	М	1909	Пенсионер				87%						
Н.Т.	Ж	1948	Служащая	87%		79%		81%			81%		78%
И.Г.	Ж	1977	Учащаяся		22%	17%			29%		26%		
П.М.	Ж	1980	Учащаяся	56%			63%	64%		67%		57%	
Т.Х.	М	1938	Лесник	97%		86%	89%			92%		95%	89%
З.Х.	Ж	1939	Служащая	93%		98%			96%		98%		
М.Т.	М	1948	Рабочий		93%	85%		86%	97%	89%	96%		88%
А.Н.	М	1974	Домохозяин		38%		47%		28%			34%	
В.М.	М	1981	Учащийся		17%	24%		13%			22%	18%	
Т.М.	М	1983	Учащаяся	21%			15%	7%	9%	11%			8%
И.К.	Ж	1964	Служащая			55%		50%		51%		64%	53%
С.С.	М	1962	Водитель		65%		74%			77%	87%		78%
Н.К.	М	1985	Учащийся	22%		21%	18%		25%			20%	
В.К.	Ж	1986	Учащаяся	10%			20%		15%		15%		19%
И.Т.	Ж	1980	Учащаяся			97%		85%		96%		98%	91%
М.Т.	М	1982	Учащийся		97%		92%		89%		97%		
Н.К.	М	1943	Водитель	87%		88%		85%				94%	
К.Н.	М	1936	Водитель	92%			93%		85%		93%		
М.Т.	М	1969	Водитель			96%	94%				90%		
К.В.	М	1927	Пенсионер		95%		95%	92%				98%	95%
Т.З.	Ж	1928	Пенсионер	93%				92%			98%		
М.К.	М	1930	Пенсионер	73%		75%		74%		83%			78%

Коэффициент конкордации – 0,922. Уровень значимости – 0,0001. Гипотеза о согласии не отвергается. Высокое значение коэффициента конкордации подтверждает предположение об относительно стабильном ранге относительных доз внутреннего облучения обследуемых лиц в весенне-летние сезоны.

Таблица 9

Устойчивость относительной дозы внутреннего облучения в семьях НП Киров, осень – зима

Семья	Пол	Год рожде- ния	Профессия	Значение квантиля распределения дозы внутреннего облучения									
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ат-ко	М	1949	Водитель	28%			31%		58%		26%		38%
	Ж	1965	Рабочая		45%		42%					28%	
	М	1981	Учащийся		18%			16%	27%	13%		10%	
	Ж	1983	Учащаяся	15%				7%	2%	3%			10%
Н.-ко	М	1956	Водитель	41%		21%		39%		37%	22%		37%
	Ж	1959	Служащая		28%		29%		45%	34%		21%	
	М	1976	Учащийся	24%			23%	29%		12%	18%	21%	36%
	Ж	1979	Учащаяся	26%		17%		25%	18%	23%			38%
Т-н	М	1981	Учащийся	28%		22%	29%		18%	22%			31%
	М	1985	Учащийся		31%		22%		21%		29%	22%	
М-ко	М	1927	Пенсионер		86%		81%	79%			91%		90%
	Ж	1931	Пенсионерка	88%		83%		76%		79%			87%

Таблица 9 (окончание)

Семья	Пол	Год рождения	Профессия	Значение квантиля распределения дозы внутреннего облучения									
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
П-ко	М	1953	Водитель		35%		21%		23%		28%		31%
	Ж	1955	Рабочая	22%		34%			26%	43%	37%	21%	
	М	1981	Учащийся		32%		35%	28%		32%		21%	23%
	Ж	1983	Учащаяся	13%	29%		37%	15%	38%		33%	18%	
Ко-о	М	1952	Лесник	95%		91%			96%		87%		93%
	Ж	1955	Служащая	79%	88%		67%	90%	71%	83%	78%	68%	94%
	М	1979	Рабочий	98%		95%	87%		84%		91%		95%
Тр-к	М	1943	Лесник	93%			94%	99%		95%	91%		95%
	Ж	1947	Служащая		93%	82%	87%		99%	96%	91%		92%
М-к	М	1938	Рабочий	41%		32%	39%	37%		38%		33%	28%
	Ж	1939	Рабочая	45%		19%	22%	51%		45%	29%	31%	35%

Коэффициент конкордации – 0,781. Уровень значимости – 0,0001. Гипотеза о согласии не отвергается. Значение коэффициента конкордации подтверждает предположение об относительно стабильном ранге относительных доз внутреннего облучения обследуемых семей в зимне-осенние сезоны.

Таблица 10

Устойчивость относительной дозы внутреннего облучения в семьях НП Киров, весна – лето

Семья	Пол	Год рождения	Профессия	Значение квантиля распределения дозы внутреннего облучения									
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ат-ко	М	1949	Водитель	31%			48%			7%			41%
	Ж	1965	Рабочая		41%		48%			19%		27%	
	М	1981	Учащийся		18%		20%	9%		6%	43%	16%	
	Ж	1983	Учащаяся	12%			26%	5%		1%			15%
Н.-ко	М	1956	Водитель	28%		21%		34%		29%	16%		31%
	Ж	1959	Служащая		38%		29%			25%		36%	
	М	1976	Учащийся	29%			23%	31%			21%	26%	
	Ж	1979	Учащаяся	26%		29%		14%		19%			21%
Т-н	М	1981	Учащийся	39%		23%	38%		33%	37%			29%
	М	1985	Учащийся		38%		37%		31%		31%	33%	
М-ко	М	1927	Пенсионер		99%		90%	85%			91%		84%
	Ж	1931	Пенсионерка	90%		91%		85%		99%			99%
П-ко	М	1953	Водитель		48%		25%		38%		34%		45%
	Ж	1955	Рабочая	41%		38%			44%		39%	29%	
	М	1981	Учащийся		37%		39%	41%		39%		28%	37%
	Ж	1983	Учащаяся		34%		36%		31%		36%	22%	
Ко-о	М	1952	Лесник	98%		93%			90%		90%		99%
	Ж	1955	Служащая		99%		87%	90%	75%	85%	83%	79%	92%
	М	1979	Рабочий	96%		89%	94%		89%		91%		97%
Тр-к	М	1943	Лесник	88%			78%	92%		91%	90%		96%
	Ж	1947	Служащая		91%	89%	96%		94%	83%	97%		92%
М-к	М	1938	Рабочий	41%		29%	37%	39%		44%		39%	27%
	Ж	1939	Рабочая	43%		24%	32%	42%		41%	39%	47%	40%

Коэффициент конкордации – 0,887. Уровень значимости – 0,0001. Гипотеза о согласии не отвергается. Значение коэффициента конкордации подтверждает предположение об относительно стабильном ранге относительных доз внутреннего облучения обследуемых семей в весенне-летние сезоны.

Заключение

Подтверждена гипотеза об устойчивости относительной дозы внутреннего облучения индивидов и членов семей сельского социума.

Такой подход может быть использован как методологическая основа для реконструкции индивидуальных доз облучения конкретных лиц практически любого временного периода аварии, в том числе начального, что важно в настоящее время: а именно, для наполнения индивидуализированными дозами Государственного регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Литература

1. Власова, Н.Г. Статистический анализ факторов, влияющих на формирование дозы облучения сельского населения, проживающего на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС: дисс. ... канд. биол. наук / Н.Г. Власова. – Обнинск, 1998. – 121 с.
2. Власова, Н.Г. О роли семьи в формировании дозы внутреннего облучения жителей сельского социума / Н.Г. Власова, В.В. Ставров // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2005. – Т. 50, № 5. – С. 22–28.
3. Скрябин, А.М. Радиационная защита и социум / А.М. Скрябин // Материалы Международного симпозиума «Актуальные проблемы дозиметрии». – Минск, 1997. – С. 159–160.
4. Скрябин, А.М. «Человеческий» фактор: дозы и защитные меры / А.М. Скрябин // Экологическая антропология : ежегодник. – Минск, 1997. – С. 51–55.
5. Скрябин, А.М. Распределение дозы у жителей сельского населённого пункта как функция структуры социума / А.М. Скрябин, Н.Г. Власова // Экологическая антропология. Ежегодник. – Минск, 1999. – С. 71–75.
6. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М.: Мир. – 1980.
7. Pathway analysis and dose distributions JSP5 / P. Jacob [et al.] // Report EUR 16541EN, European Commission. Luxembourg. – 1996. – 130 p.

N.G. Vlasova, V.V. Stavrov, L.N. Eventova, A.V. Rozhko

A study of the stability of relative internal exposure dose for individuals and families in rural settlement

Republican Research Center for Radiation Medicine and Human Ecology of Belarus Health Ministry, Gomel, Belarus
Foreign Enterprise «IVA-Gomel», Gomel, Belarus

Abstract. The analysis of internal exposure dose distribution of inhabitants of a settlement Kirov for 10-year period confirmed the hypothesis that each individual and also each family has its certain constant in time place at a dose distribution curve, i.e. the same percentile value of dose distribution corresponds to each of them. This regularity can be used as a basis of the methodological approach for reconstruction of individual exposure doses for any time period of the accident.

Key words: individuals, family, exposure dose distribution, stability, seasonal prevalence.

Поступила: 30.09.2012 г.

Н.Г. Власова
Тел.: (812) 233-42-83