

## Радиологические и медицинские последствия Чернобыльской катастрофы

В.Г. Бебешко, Д.А. Базыка, А.А. Чумак

ГУ «Научный центр радиационной медицины Национальной академии наук Украины»,  
г. Киев, Украина

*С позиций 25-летнего опыта преодоления медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС проанализирована динамика радиационной обстановки, первые обобщения на международном уровне (1988 г.), итоги выполненных научных исследований и практического мониторинга. Когор-та больных, перенесших ОЛБ и находящихся под диспансерным наблюдением в ГУ «Научный центр радиационной медицины НАМН Украины», в Украине остается самой многочисленной. За 25 лет изучено функциональное состояние основных органов и систем организма, метаболических процессов и гомеостаза у данной категории лиц; дана комплексная оценка состояния их здоровья, умственной и физической работоспособности, а также определены факторы риска развития и особенности течения стохастической и нестохастической патологии, разработана система реабилитации больных, перенесших острую лучевую болезнь (ОЛБ). Перенесшие ОЛБ и оставшиеся живыми страдают хроническими заболеваниями внутренних органов и систем (от 5–7 до 10–12 диагнозов одновременно). Выявлены коррелятивные связи между острым радиационным эффектом и определенными НЛА-фенотипами. Исследована динамика восстановления иммунной системы после облучения. Впервые установлены роль и прогностическое значение длины теломер и запрограммированной клеточной гибели лимфоцитов в формировании клеточных эффектов ионизирующего облучения. Найдены различия между спонтанными и радиационно-индуцированными острыми миелоидными лейкозами. Дозозависимые нейropsychиатрические, нейрофизиологические, нейropsychологические и нейровизуализационные отклонения выявлены после облучения в дозах свыше 0,3 Зв. Показано, что лимфоциты участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС с дозами облучения 350–690 мГр способны индуцировать «эффект свидетеля» в необлученных клетках даже через 19 лет после воздействия радиации. Рассмотрены показатели онкологической заболеваемости, смертности пострадавших, уроки и основные проблемы для решения в третьем десятилетии после Чернобыльской катастрофы.*

Ключевые слова: Чернобыльская катастрофа, медицинские последствия, радиационная обстановка, 25-летний опыт.

Беспрецедентная по своим масштабам авария на Чернобыльской АЭС обусловила привлечение к преодолению ее медицинских последствий около 2000 врачей, 4000 человек среднего медицинского персонала и более 1200 студентов старших курсов медицинских институтов. Были созданы 230 временных лабораторно-дозиметрических передвижных бригад, более 400 врачебных бригад, выделено 125 спецавтомашин.

Загрязнения радионуклидами  $^{137}\text{Cs}$  свыше 37 кБк·м<sup>-2</sup> произошло на 57 900 км<sup>2</sup>, или 0,5% общей территории Российской Федерации, 46 500 км<sup>2</sup>, или 23% территории Республики Беларусь, и 41 900 км<sup>2</sup> территории Украины, что составляет 4,8%.

В регистрах пострадавших лиц по состоянию на 01.01.2011 г. находится 2 210 605 жителей Украины и 788 755 граждан Российской Федерации, число участников ликвидации последствий аварии (ЛПА) составляет 255 862 и 194 333 человека соответственно.

К сожалению, дозиметрическое сопровождение работ по ЛПА было неудовлетворительным, особенно в первый послеаварийный год (рис. 1).

Радиологический мониторинг, начатый в 1986 г., позволил оценить средние по районам Киевской и Житомирской областей индивидуальные дозы внутреннего облучения детей и взрослых от радиоцезия (по результатам СИЧ-измерений для территорий с плотностью выпадений  $^{137}\text{Cs}$

на почве >37 кБк·м<sup>-2</sup>) и средние областные дозы облучения щитовидной железы (мГр) в различных возрастных группах жителей разных областей Украины.

Стоит напомнить, что информация о начальных этапах ЛПА проходила под грифом «секретно». Занавес секретности приоткрыла Первая международная конференция «Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской атомной электростанции», состоявшаяся 11–13 мая 1988 г. с участием 26 министерств и ведомств СССР и 60 всемирно признанных ученых. А в 1991 г. Академия медицинских наук СССР провела в Киеве выездное заседание Президиума как признание научных достижений вновь созданного Всесоюзного научного центра радиационной медицины (ВНЦРМ).

Конференция 1988 г. и выездное заседание Президиума АМН СССР констатировали:

- успешную деятельность ВНЦРМ АМН СССР;
- создание Государственного регистра пострадавших;
- выполнение значительного объема работ по его дозиметрическому сопровождению;
- разработку основы наших нынешних знаний о действии малых доз облучения;
- создание основы многих законодательных актов, научного обоснования крупномасштабных мероприятий по минимизации и ликвидации медицинских последствий аварии;
- определение основных направлений научных исследований ВНЦРМ на будущее.

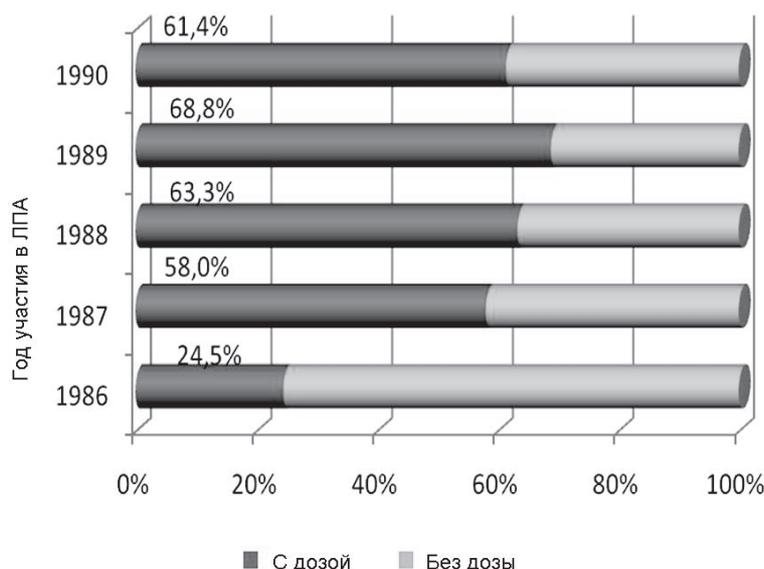


Рис. 1. Распределение участников ЛПА по годам участия и наличию доз облучения

В 1992–1995 гг. в рамках межправительственного соглашения между Украиной, Российской Федерацией, Республикой Беларусь была выполнена крупномасштабная международная научная программа «АЙФИКА» (IPHECA – International Programme on the Health Effects of the Chernobyl Accident). Программа состояла из четырех проектов:

- 1.1. «Гематология».
- 1.2. «Эпидемиологический регистр».
- 1.3. «Внутриутробное повреждение головного мозга».
- 1.4. «Щитовидная железа».

Важный результат «АЙФИКА» [1] заключается в расширении научных знаний об эффектах радиационной аварии на здоровье человека. Эти знания стали основой для планирования и развития научных исследований в будущем. Результаты научной программы «АЙФИКА» неоднократно докладывались на международных научных форумах и опубликованы в научном отчете ВОЗ в 1996 г.

Радиологический мониторинг продолжался на средней и поздней фазах аварии. Дозиметрическая паспортизация 2294 населенных пунктов на загрязненных территориях Украины дала возможность определить зоны радиоактивного загрязнения по критериям годовой дозы и плотности выпадений радионуклидов (табл. 1), эти зоны были установлены Законом Украины № 791а-ХІІ [2]

Примененные контрмеры и естественные процессы самоочищения способствовали значительному улучшению радиологической ситуации на загрязненных радионуклидами территориях (рис. 2).

Основные радиологические последствия аварии на ЧАЭС распределяются на ранние и отдаленные. К ранним относятся острая лучевая болезнь, локальные повреждения кожи, глаз; гематологические, иммунологические, цитогенетические нарушения у участников ЛПА и населения.

Отдаленные радиологические последствия, как показывает 25-летний период наблюдения, это:

- рост заболеваемости раком щитовидной железы и лейкемией;
- повышение частоты раков у ликвидаторов, отдельных форм солидных раков у населения;
- рост общей смертности, смертности от сосудистой патологии у участников ЛПА и эвакуированных;
- радиационные катаракты.

В 1986 г. диагноз острой лучевой болезни (ОЛБ) был установлен 237 лицам. После тщательного ретроспективного анализа (в 1989 г.) реальное количество пострадавших с таким диагнозом уменьшилась до 134 человек. Из них 28 пациентов умерли на протяжении первых трех месяцев после аварии. За 25 последующих лет наблюдения умерли 40 человек, которые проживали в Украине.

Таблица 1

**Зоны радиоактивного загрязнения по критериям годовой дозы и плотности выпадений радионуклидов**

Территориальная зона	Критерии зонирования			Годовая доза, мЗв·год <sup>-1</sup>
	Плотность выпадений на почве, кБк·м <sup>-2</sup> (а)	радиоцезий	радиостронций	
Зона отчуждения	–	–	–	–
Зона безусловного (обязательного) отселения	>555	>111	>3,7	>5
Зона гарантированного добровольного отселения	185–555	5,5–111	0,37–3,7	>1
Зона усиленного радиоэкологического контроля	37–185	0,74–5,5	0,18–0,37	>0,5

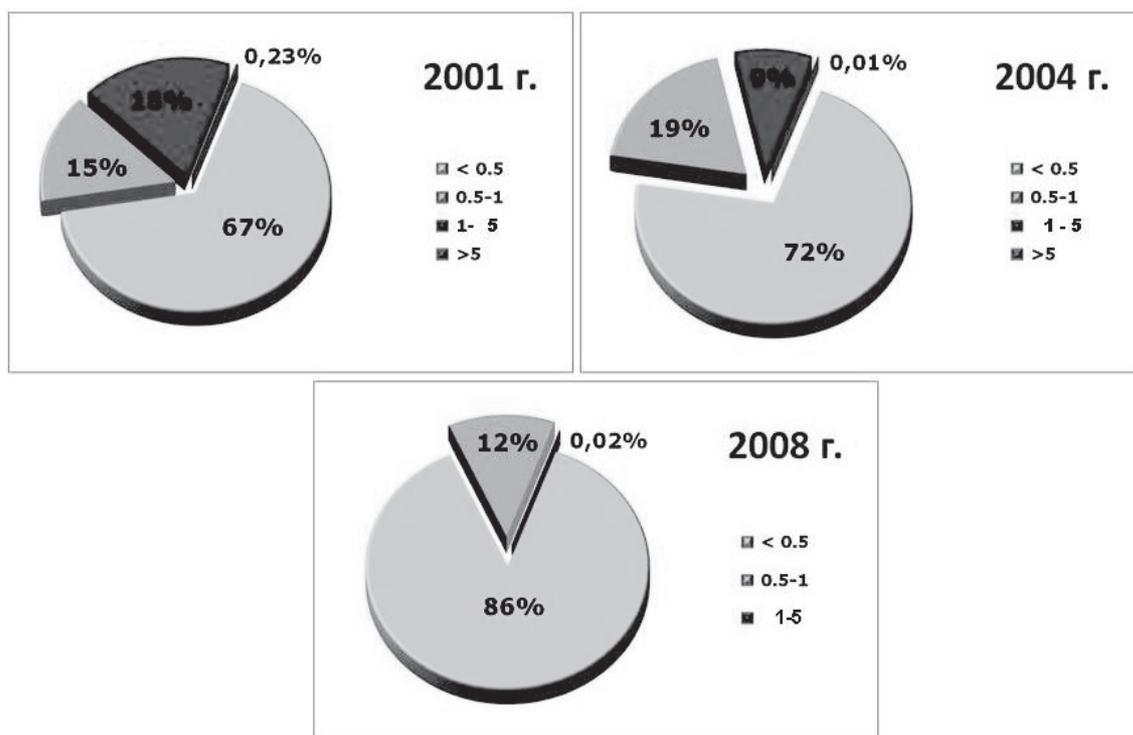


Рис. 2. Изменение во времени (2001–2008 гг.) распределения населенных пунктов по величине паспортной дозы (мЗв·год<sup>-1</sup>)

В целом (без разделения ОЛБ на подтвержденную и неподтвержденную), наиболее частыми причинами смерти были онкологические заболевания (14 случаев) и смерть от сердечно-сосудистых осложнений (12 случаев). Среди других причин летальности отмечены цирроз печени, туберкулез легких (быстро прогрессирующая форма), энцефалит, жировая эмболия после перелома ноги, несчастные случаи, травмы.

Когорта больных, перенесших ОЛБ и находящихся под диспансерным наблюдением в ГУ «Научный центр радиационной медицины НАМН Украины» (НЦРМ), в Украине остается самой многочисленной (табл. 2).

Таблица 2

**Количество пациентов, перенесших в 1986 г. острую лучевую болезнь, которые находились под диспансерным наблюдением в ГУ «Научный центр радиационной медицины НАМН Украины»**

Степень ОЛБ	Количество больных, обследованных по периодам			
	1986–1991	1992–1996	1997–2001	2002–2006
ОЛБ-0 (не подтверждена ретроспективно в 1989 г.)	93	81	63	54
ОЛБ 1	38	34	28	22
ОЛБ 2	37	39	27	22
ОЛБ 3	11	11	8	7
ВСЕГО	179	165	126	105

За 25 лет изучено функциональное состояние основных органов и систем организма, метаболических процессов и гомеостаза у данной категории лиц; дана комплексная оценка состояния их здоровья, умственной и физической работоспособности, а также определены факторы риска развития и особенности течения стохастической и нестохастической патологии, разработана система реабилитации больных, перенесших ОЛБ.

Перенесшие ОЛБ и оставшиеся живыми страдают хроническими заболеваниями внутренних органов и систем (от 5–7 до 10–12 диагнозов одновременно). В первые пять лет после аварии наблюдался резкий рост заболеваний сердечно-сосудистой, пищеварительной, гепатобилиарной и нервной систем организма. В последующие 20 лет прирост был значительно меньше, однако через 25 лет после аварии доля лиц с соматической патологией составляет 85–100% (рис. 3).

Имеется ряд аргументов в пользу того, что радиационная катаракта имеет черты стохастического эффекта радиационного облучения [7].

Результаты мониторинга гемопозитической системы участников ЛПА продемонстрировали, что в раннем послеаварийном периоде (1986–1990 гг.) у 25% обследованных в периферической крови отмечались снижение числа лейкоцитов (лейкопения), у 12% – лейкоцитоз, у 9,5% лиц фиксировалось повышение содержания эритроцитов и гемоглобина, у 9% – тромбоцитоз, в 14,5% – лимфоцитоз и у 10,5% – моноцитоз.

Для всего периода наблюдения при относительной нормализации количественных показателей характерными были качественные нарушения в ядре и цитоплазме клеточных элементов гемопоэза в виде гипосегментова-

ных нейтрофилов, вакуолизации цитоплазмы гранулоцитов и лимфоцитов, цитоплазматические выросты, токсичная зернистость.

Исследования в НЦРМ после аварии на ЧАЭС выявили коррелятивные связи между острым радиационным эффектом и определенными HLA-фенотипами. Маркерами радиочувствительности являются HLA-A10, HLA-A28; HLA-B16, HLA-B38; HLA-Cw4; HLA-DR4. Маркеры радиорезистентности – это HLA-A3; HLA-B15; HLA-B7.

Иммунной системе принадлежит ведущая роль в развитии ответа на облучение, поэтому уже в первые годы после аварии восстановление иммунологических реакций происходило обратно пропорционально поглощенной дозе (рис. 4).

В течение послеаварийного периода изменения в иммунной системе участников ЛПА происходили в определенной последовательности: радиационно индуцирован-

ный комбинированный иммунодефицит, характерный для первых 3–5 лет после облучения, у 32% пациентов был полностью компенсирован, дизрегуляторные изменения наблюдались у 37% обследованных, а у 31% и через 10 лет после аварии оставался дефицит клеточного иммунитета. Изменения через 15–25 лет заключались преимущественно в нарушении дифференциации клеток-предшественников.

Впервые установлены роль и прогностическое значение длины теломер и запрограммированной клеточной гибели лимфоцитов в формировании клеточных эффектов ионизирующего облучения в периферической крови участников ЛПА на ЧАЭС и персонала, выполняющего радиационно-опасные работы на объекте «Укрытие». Сокращение теломер коррелировало с увеличением числа клеток на ранних стадиях апоптоза, а длина теломер коррелировала с функциональным состоянием иммунокомпетентных клеток (рис. 5).

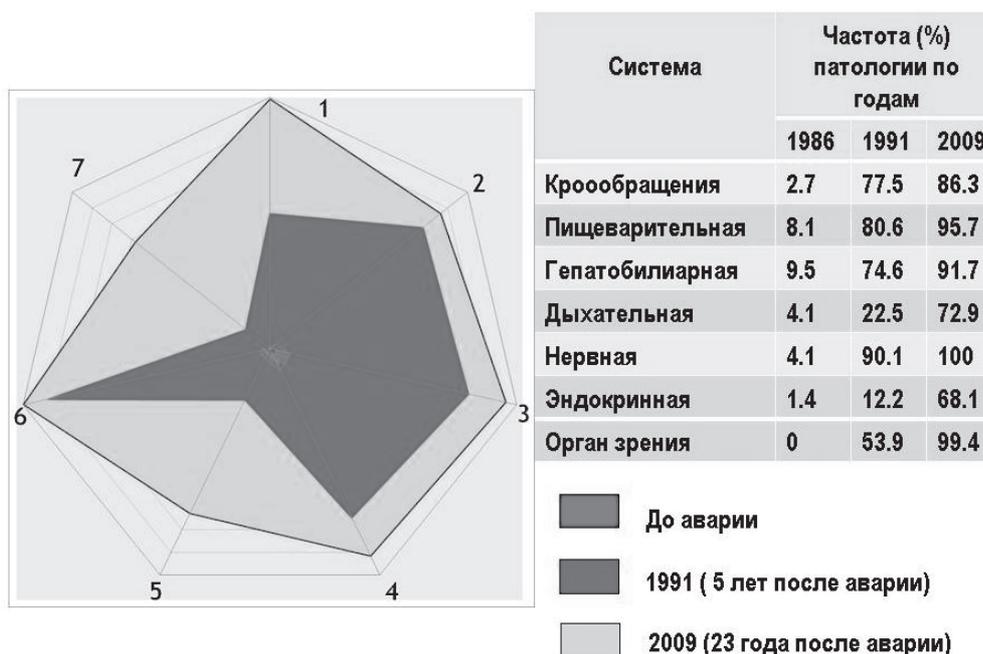


Рис. 3. Частота неопухолевой патологии у лиц, перенесших острую лучевую болезнь (данные ГУ «НЦРМ НАМН Украины»)

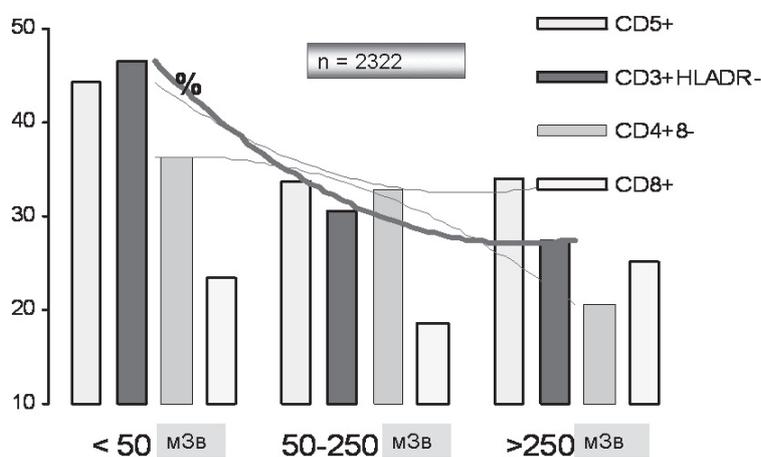


Рис. 4. Зависимые от дозы облучения изменения содержания иммунокомпетентных клеток у участников ЛПА на ЧАЭС (данные ГУ «НЦРМ НАМН Украины»)

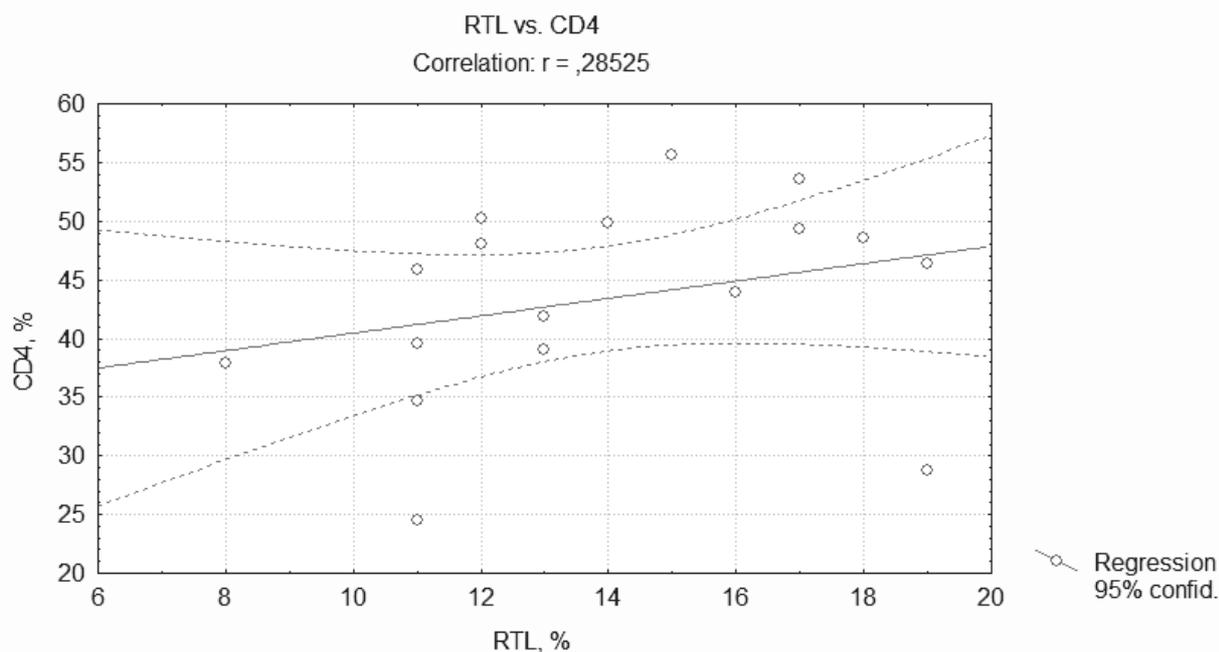


Рис. 5. Корреляция между относительной длиной теломер (RTL) и количеством CD4+ лимфоцитов

Течение радиационно-ассоциированных острых лейкозиев и миелодиспластического синдрома у пострадавших характеризуется клинико-морфологическими, цитогенетическими и иммуногенетическими особенностями, а также многофакторностью медикаментозной резистентности (рис. 6).

В отчете Экспертной группы «Здоровье» (EGH) Чернобыльскому форуму ООН [3] влияние Чернобыльской катастрофы на психическое здоровье пострадавших признано одной из самых сложных проблем общественного здравоохранения. Психологические и психиатрические эффекты составляют четыре основные группы патологии: 1) связанные со стрессом симптомы, 2) эффекты радиационного воздействия на развивающийся головной мозг, 3) органическое поражение мозга и 4) суициды у ликвидаторов.

Выявлены дозозависимые когнитивные и нейрофизиологические нарушения после пренатального облучения вследствие Чернобыльской катастрофы на сроках гестации более 8 недель при дозах более 20 мЗв на плод и более 300 мЗв на щитовидную железу *in utero*, а на 16–25-й неделе – более 10 мЗв и более 200 мЗв соответственно.

Радиационно ассоциированные эффекты у взрослых установлены при дозах, превышающих 0,15–0,25 Зв. Дозозависимые нейропсихиатрические, нейрофизиологические, нейропсихологические и нейровизуализационные отклонения выявлены после облучения в дозах свыше 0,3 Зв, а нейрофизиологические и нейровизуализационные маркеры – при дозах свыше 1,0 Зв.

По данным Государственного регистра Украины (ГРУ), у лиц, пострадавших вследствие Чернобыльской катастрофы и клинико-эпидемиологического регистра (КЭР) НЦРМ, выявлены эксцессы относительного риска (ERR) на 1 Гр для нейропсихиатрических болезней у участников ЛПА 1986–1987 гг. (рис. 7).

Результаты цитогенетических исследований лиц некоторых профессиональных групп свидетельствуют о повышенных, по сравнению с контролем, уровнях хромосомных аберраций преимущественно хромосомного типа у персонала объекта «Укрытие», лесников и трактористов. Лимфоциты участников ЛПА на ЧАЭС с дозами облучения 350–690 мГр способны индуцировать «эффект свидетеля» в необлученных клетках даже через 19 лет после воздействия радиации (рис. 8).

В этой связи необходимо вспомнить прогноз отдаленных радиогенных последствий на основе экспериментальных исследований 12 поколений крыс в 30-километровой зоне: сокращение средней продолжительности жизни и увеличение количества заболеваний неопухового генеза и, в общем, увеличение частоты стохастических и детерминированных эффектов. Ионизирующая радиация в малых дозах, сформированных радионуклидами чернобыльского выброса, вызвала биологические эффекты, динамика которых проявляет «аномальный» характер по сравнению с экстраполяцией их с диапазона больших доз. В количественном отношении на единицу поглощенной дозы они больше ожидаемых [6].

Среди украинских участников ЛПА 1986–1987 гг. обнаружены повышенные в 1,115 раза радиационные риски солидных раков за 1994–2006 гг. (5795 зарегистрированных случаев против 5196,6 ожидаемых, доверительный интервал 108,6–114,4). В России, по данным государственного регистра, относительный риск онкосмертности (RR) ликвидаторов с дозами 150–300 мГр в отношении группы участников ЛПА с дозами до 50 мГр составляет 1,2.

Дескриптивный анализ долгосрочного мониторинга злокачественных новообразований свидетельствует о превышении национальных показателей заболеваемости раком щитовидной железы среди всех категорий пострадавших (табл. 3).

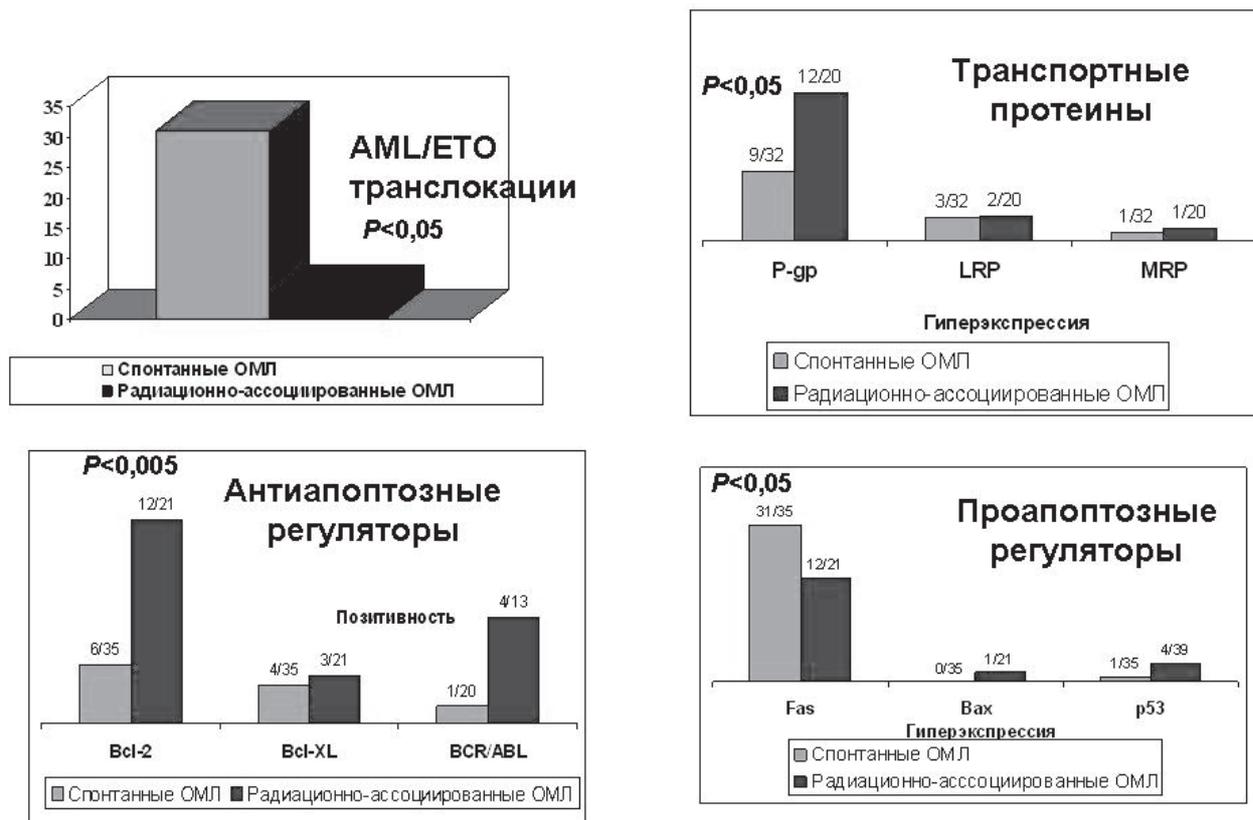


Рис. 6. Различия между спонтанными и радиационно-индуцированными острыми миелоидными лейкомиями

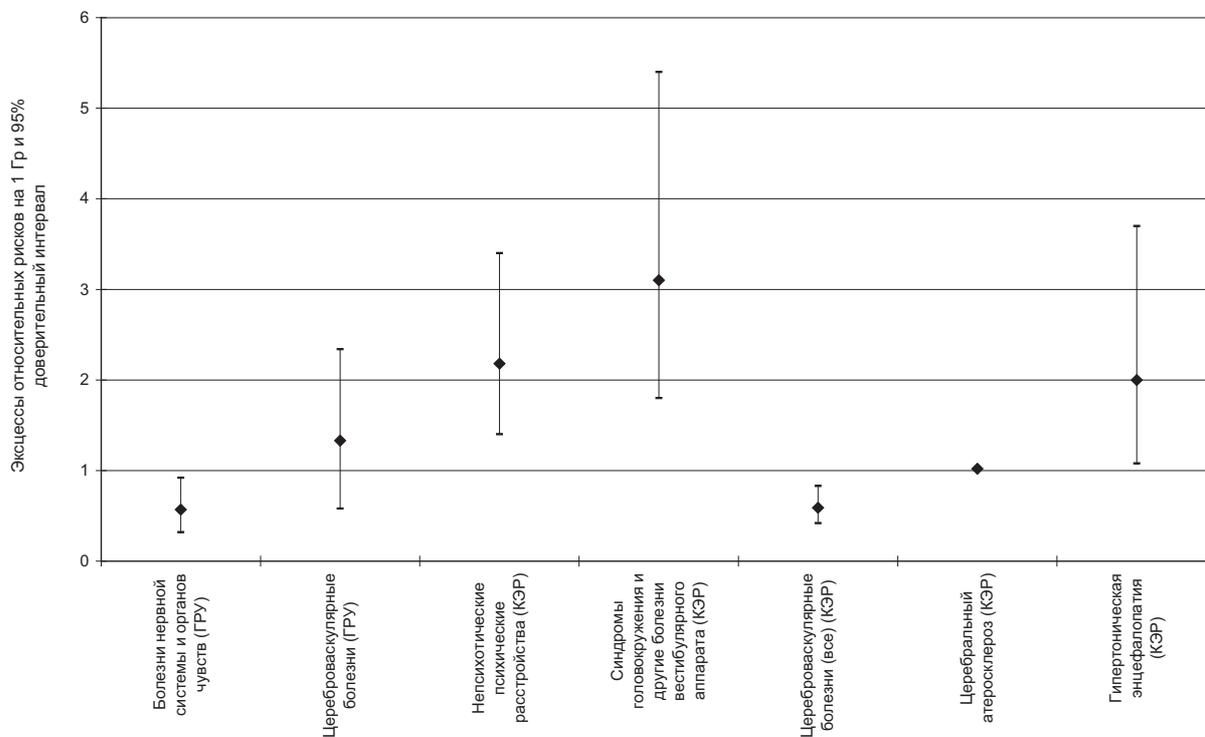


Рис. 7. Экссессы относительных рисков развития нейрпсихиатрической патологии на 1 Гр в УЛПА 1986–1987 гг. мужского пола с различными дозами внешнего облучения (данные ГРУ, 1986–2001 гг. и КЭР, 1992–2004 гг.; адаптировано с В.А. Бузунова, Л.И. Красниковой, Е.А. Пироговой и др. [5])

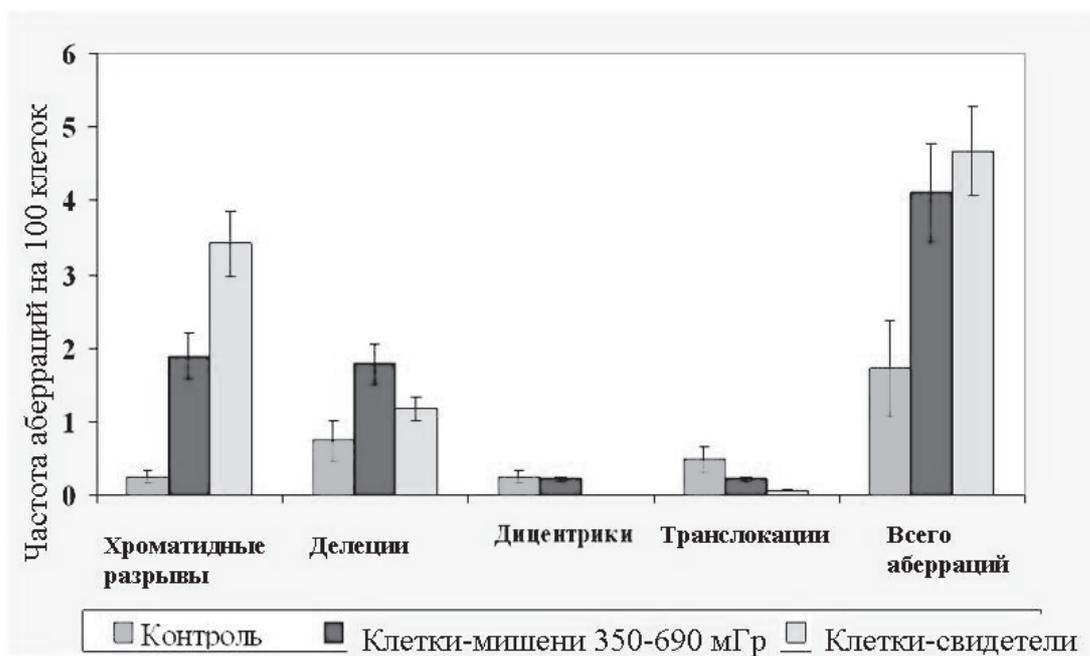


Рис. 8. Цитогенетические показатели в лимфоцитах участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС и необлученных клетках-свидетелях при культивировании в смешанных культурах

Таблица 3

**Заболееваемость раком щитовидной железы (МКБ-10 С.73) основных групп населения Украины, пострадавшего вследствие аварии на ЧАЭС**

Группа пострадавших и период наблюдения	Количество заболевших		Стандартизированный показатель заболеваемости (SIR%)	95% доверительный интервал
	ожидаемое	фактическое		
УЛПА 1986–1987 гг. (2004–2007 гг.): рак щитовидной железы (С.73)	53	299	564,2	500,2–628,1
Эвакуированные из зоны отчуждения (2000–2007 гг.)	52,3	231	441,7	384,7–498,6
Жители наиболее радиоактивно загрязненных территорий (2002–2007 гг.)	71	96	135,2	108,2–162,3

Вызывает беспокойство рост (почти в 2 раза) частоты рака молочной железы среды женщин, принимавших участие в ликвидации последствий аварии в 1986–1987 гг.

Среди участников ЛПА за 15 лет после облучения частота лейкемии выросла в 3,44 раза и аналогична таковой у жертв атомных бомбардировок (данные НЦРМ и Национального ракового института США, 2000–2011 гг.). Аналогичные результаты получены в Российской Федерации.

Медицинские последствия и проблемы здоровья пострадавшего населения через 25 лет после аварии можно свести к следующему списку.

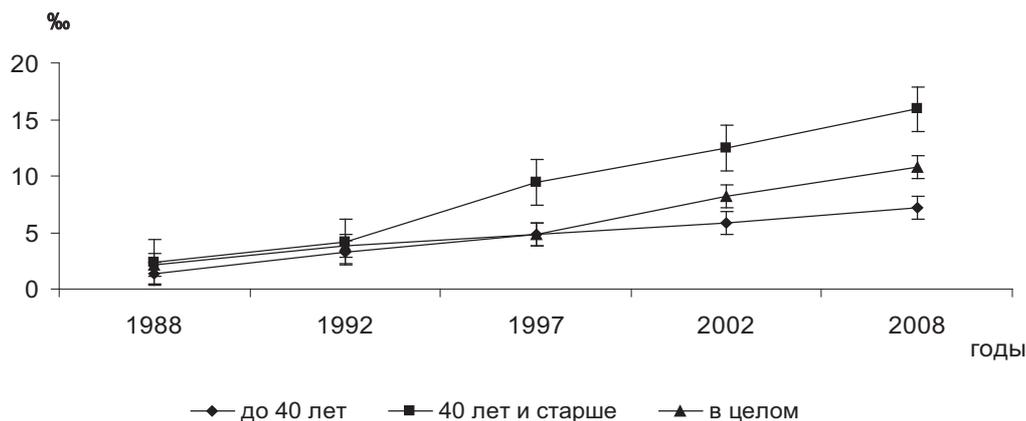
1. Рост общей смертности пострадавших от соматической и психосоматической патологии.
2. Негативные демографические изменения.
3. Проблема сохранения здоровья участников работ по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

Динамика интегральных показателей состояния здоровья участников ЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. за период 1988–2008 гг. отражает значительное ухудшение: количество здоровых лиц уменьшилась с 67% до 5,4%, доля больных хроническими заболеваниями возросло за 20 лет с 12,8% до 82,3%.

Смертность участников ЛПА от неопухолевых болезней за период 1988–2008 гг. выросла с 2,2‰ до 12,0‰ (рис. 9).

Самый высокий уровень смертности от неопухолевых болезней, рост ее в динамике после облучения определены среди лиц, возраст которых на момент облучения составлял 40–60 лет, что, очевидно, следует связать с влиянием фактора «старение».

Самые высокие уровни смертности участников ЛПА от неопухолевых заболеваний зарегистрированы среди лиц, получивших дозы внешнего облучения всего тела в диапазоне от 0,05 Гр до 0,7 Гр, прежде всего это касается дозовой субкогорты 0,25–0,7 Гр.



**Рис. 9.** Динамика уровня смертности в период 1988–2008 гг. от неопухолевых болезней участников ЛПА на ЧАЭС 1986–1987 гг. в зависимости от возраста на момент участия в ЛПА (данные ГУ «НЦРМ НАМН Украины»)

Результаты эпидемиологического исследования смертности от неопухолевых болезней взрослого эвакуированного населения в период 1988–2007 гг. показали постепенное ее нарастание. Самый высокий уровень показателей выявлен на этапе 2003–2007 гг. (рис. 10). При этом частота смертности лиц мужского и женского пола практически сравнялась.

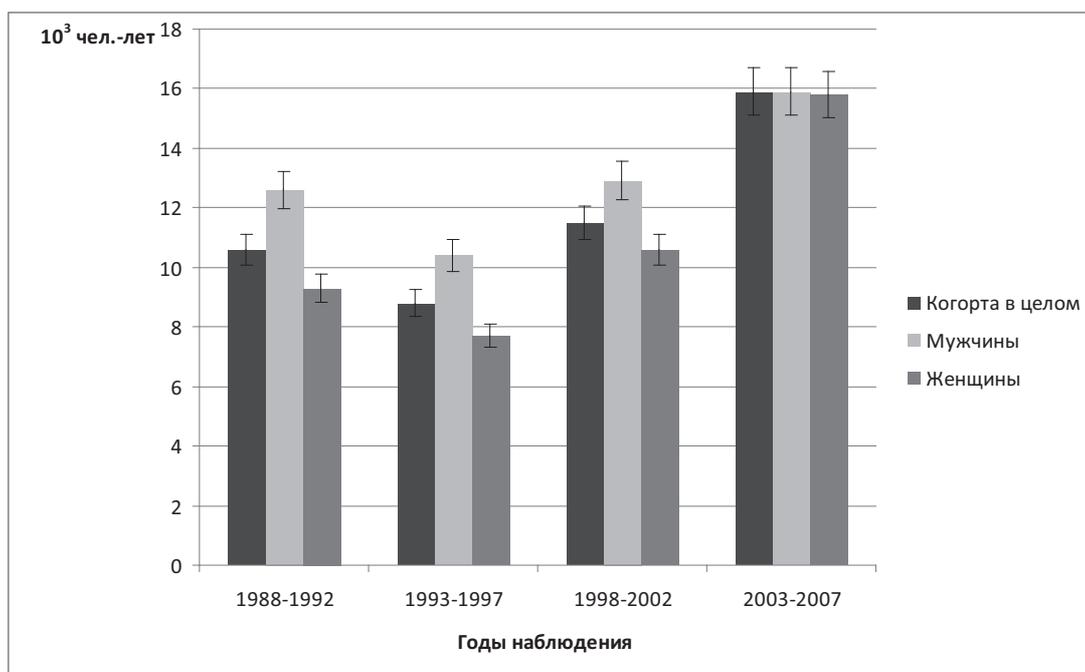
Среди беременных женщин, которые родились и проживают на радиоактивного загрязненных территориях, выявлены гиповитаминозы E, A, D и дефицит B9 (фолиевой кислоты). Все 100% обследованных женщин имели дефицит йода в организме. Такие дефекты рациона вместе с воздействием малых доз ионизирующего излучения влияют на уровень врожденных пороков развития у новорож-

денных: в областях, пострадавших от последствий аварии на ЧАЭС, он превышает среднеукраинский.

Прогрессивно уменьшается количество здоровых детей – с 30% в 1989 г. до 1% в 2010 г.

С течением времени проблемы Чернобыля не уменьшаются. Они очерчиваются своими побочными проявлениями и в отдаленном послеварийном периоде.

Так, и через 25 лет после аварии пострадавших беспокоит отсутствие необходимых специалистов в лечебных учреждениях и невозможность приобретения медицинских препаратов. Программы радиационной защиты населения загрязненных радионуклидами территорий требуют создания новых и совершенствования действующих нормативно-правовых актов.



**Рис. 10.** Динамика смертности от неопухолевых болезней взрослого эвакуированного населения по пятилетним периодам наблюдения (данные ГУ «НЦРМ НАМН Украины»)

Отказ от проведения контрмер обуславливает аномальное повышение доз внутреннего облучения до уровня 1986 г. (рис. 11).

Объект «Укрытие» остается сооружением с уникальными радиационно-гигиеническими условиями, когда имеют ключевое значение не инженерно-технические проблемы, а сохранение здоровья людей и недопущение неадекватных действий персонала на объекте в связи с отклонениями в состоянии здоровья.

Чернобыль преподал следующие уроки, требующие изучения и усвоения:

1) недооценка объемов и масштабов Чернобыльской катастрофы, что не позволило за 25 лет ликвидировать последствия пока единственной в истории человечества глобальной техногенной ядерной аварии;

2) существенный ущерб здоровью миллионов людей из-за преуменьшения возможных радиологических и медицинских последствий Чернобыльской катастрофы;

3) неполное соответствие системы противорадиационной защиты персонала и населения Украины уровню современных требований.

4) несовершенная нормативно-методическая база для обеспечения ядерной и радиационной безопасности и противорадиационной защиты.

В следующем десятилетии будут иметь значение такие радиологические последствия Чернобыля:

– повышенная частота отдельных форм солидных раков (участники ликвидации последствий аварии, эвакуированные);

– повышенная частота рака щитовидной железы, множественной миеломы, миелодиспластического синдрома;

– повышенная смертность участников ЛПА от сердечно-сосудистых заболеваний.

Медицинские последствия на будущее – повышенная заболеваемость и смертность пострадавших и проблемы здоровья детей.

К перечню насущных задач относятся:

– создание единой системы, регламентной и нормативной базы, касающейся регистрации, лечения и профилактики заболеваний, связанных с воздействием ионизирующей радиации среди пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы; населения, подвергающегося облучению от хвостохранилищ предприятий ядерного комплекса; жителей зон наблюдения действующих атомных электростанций;

– включение научно-медицинских проблем защиты пострадавших в общегосударственную программу преодоления последствий Чернобыльской катастрофы на 2012–2016 гг.;

– гарантированное обеспечение выполнения работ по дозиметрической паспортизации населенных пунктов радиационно загрязненных территорий;

– пересмотр зон наблюдения;

– финансовое обеспечение и научное сопровождение прогрессивных методов диагностики, лечения и профилактики онкологических и неонкологических заболеваний, обусловленных облучением, в НЦРМ и учреждениях областного уровня;

– создание специализированного Чернобыльского фонда ВОЗ / ООН при ГУ «НЦРМ НАМН Украины»;

– разработка Международного пилотного проекта в Украине «ЮНИСЕФ-Дети Чернобыля», рассчитанного на 5-летний период углубленного медицинского мониторинга жителей загрязненных территорий.

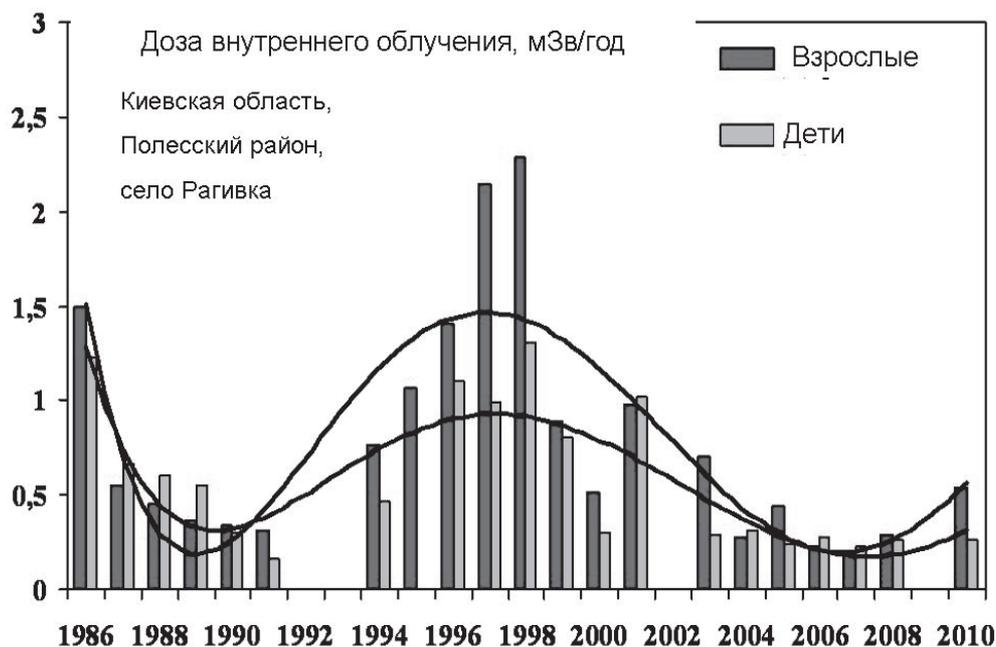


Рис. 11. Динамика доз внутреннего облучения от радиоцезия

**Литература**

1. Results of the IPHECA Pilot Projects and Related National Programs. Summary Report. Geneva: World Health Organization, 1995. – P. 39
2. Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи: Закон України від 27.02.1991 №791а-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1991. – №16. – С. 198.
3. Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group «Health» (EGH) Working Draft. August 31, 2005. – 179 p.
4. The mental health of clean-up workers 18 years after the Chernobyl accident / K. Loganovsky, J.M. Havenaar, N.L. Tintle, L.T. Guey, R. Kotov, E.J. Bromet // (*) Psychological Medicine. – 2008. – V. 38. – P. 481–488.*
5. Эпидемиологические исследования и оценка влияния малых доз ионизирующего излучения на развитие неопухолевых заболеваний у пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС / В.А. Бузунов [и др.] // Проблемы радиационной медицины и радиобиологии. – 2007. – Вып. 13. – К.: ДІА, 2008. – С. 56–66.
6. Віддалені радіобіологічні ефекти у лабораторних тварин та їх нащадків за тривалого перебування в зоні відчуження Чорнобильської АЕС / Я.І. Серкіз, Н.К. Родіонова, А.І. Липська та ін. // Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції / за ред. О.Ф.Возіанова, В.Г.Бєбешка, Д.А.Базики. – К.: ДІА, 2007. – С. 644–677.
7. Health effects of the Chernobyl accident- a quaterof century aftermath / Eds. A.Serdiuk, V.Beeshko, D.Bazyka, S.Yamashita. – Kyiv: DIA, 2011. – 648 p.

**V.G. Bebeshko, D.A. Bazyka, A.A. Chumak**

**Radiological and medical consequences of the Chernobyl accident**

S.I. «Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine

*Abstract. From the position of a 25-years' experience to overcome the health effects of Chernobyl the dynamics of the radiation environment, the first summarizing at the international level (1988), the results of completed research and practical monitoring are analyzed.*

*Cohort of acute radiation syndrome (ARS) survivors under medical observation at the S.I. "Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" is the largest. Within the 25 years the functional state of the major organs and body systems, and metabolic homeostasis for this category of persons were studied, a comprehensive assessment of their health, mental and physical performance were given, and risk factors and peculiarities of stochastic and non-stochastic pathology courses were identified, as well as a system of rehabilitation patients after ARS was developed. ARS survivors are suffering from chronic diseases of internal organs and systems (from 5-7 to 10-12 diagnoses at the same time).*

*A correlation between acute radiation effects and specific HLA phenotypes were revealed. The dynamics of the immune system recovery after irradiation was studied. The role and prognostic value of telomere length and programmed cell death of lymphocytes in the formation of the cellular effects of ionizing radiation were determined for the first time. Differences between spontaneous and radiation-induced acute myeloid leukemias were found. Dose-dependent neuropsychiatric, neurophysiological, neuropsychological and neuroimaging deviations were identified after irradiation at doses above 0.3 Sv. It was shown that the lymphocytes of Chernobyl clean-up workers with doses 350 – 690 mGy can induce "the bystander effect" in the non-irradiated cells even after 19 years after exposure.*

*The rates of cancer incidence and mortality of victims, the lessons and key problems to be solved in the third decade after the Chernobyl accident are considered.*

*Key words: Chernobyl accident, medical consequences, radiation situation, 25-years' experience.*

A.A. Чумак.  
E-mail: rapatolia@mail.ru

Поступила: 23.09.2011 г.