

## EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF CANCER IN POPULATION AFFECTED AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT. RESULTS, PROBLEMS AND PERSPECTIVES

## ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ У ПОСТРАДАВШИХ ВСЛЕДСТВИЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС. ИТОГИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

A.Ye. Prysyazhnyuk<sup>1</sup>, V.G. Grystchenko<sup>1</sup>, Z.P. Fedorenko<sup>2</sup>, V.A. Zakordonets<sup>1</sup>,  
L.O. Gulak<sup>2</sup>, N.N. Fuzik<sup>1</sup>, Ye.M. Slipenyuk<sup>1</sup>, I.V. Bormosheva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Scientific Centre for Radiation Medicine, Academy of Medical Sciences of Ukraine,  
WHO Collaborating Centre for Radiation Accidents Management, 53 Melnikov Street, Kyiv, 254050, Ukraine

<sup>2</sup>Ukrainian Research Institute of Oncology and Radiology Ministry of Public Health of Ukraine, Kyiv

А.Е. Присяжнюк<sup>1</sup>, В.Г. Грищенко<sup>1</sup>, З.П. Федоренко<sup>2</sup>, В.А. Закордонец<sup>1</sup>,  
Л.О. Гулак<sup>2</sup>, Н.Н. Фузик<sup>1</sup>, Е.М. Слипенюк<sup>1</sup>, И.В. Бормошева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научный центр радиационной медицины АМН Украины,  
Сотрудничающий центр ВОЗ по крупномасштабным радиационным авариям  
254050, Украина, Киев, ул. Мельникова, 53

<sup>2</sup>Украинский НИИ онкологии и радиологии МЗ Украины, Киев

### Abstract

To perform analysis of cancer incidence rate and time-trends in different groups of Ukrainian population affected by the Chernobyl accident two main source of information were utilized:

- Data of local cancer register established in 1987 and covering 150,000 people living in the most contaminated areas close to Chernobyl (retrospective since 1980 and ongoing study);
- Data of the State register of persons affected by the Chernobyl accident (84,000 clean-up workers 1986–1987 and 50,000 evacuees from Pripyat city and the 30-km zone).

Comparative analysis of standardized incidence ratio (SIR) three groups of affected people in 1990–1993 and 1994–1997 have shown lack of increase in those still living in contaminated areas and evacuees, and significant increase in clean-up workers 1986–1987. As to individual sites of cancer significant increase of thyroid cancer incidence in three groups of population, especially in evacuees should be noted. SIR for leukemia and lymphoma has the most significant increase in clean-up workers 1986–1987, moderate increase in evacuees and lack of statistically nonsignificant increase in residents of contaminated territories. Breast cancer incidence rate has shown significant increase in three categories of women: women-residents of contaminated areas, women participating in emergency work in 1986–1987 and in women evacuees.

**Keywords:** cancer, population of contaminated territories, clean-up workers, evacuees, thyroid cancer, leukaemia, lymphoma, dynamics, epidemiology.

### INTRODUCTION

Induction of malignant tumors is the most probable stochastic effect of ionising radiation. At present, calculation of cancer risk is based on a nonthreshold conception “dose–effect” (ICRP Publication 60), based on an extrapolation of data from high doses to low doses. The use of this conception is due to social motive as an administrative decision and gives only upper estimation of expected risk (Turusov B.S., Parfenov Y.A., 1982; Filushkin I.V., 1983).

According to a National report of Ukraine (1996) large areas are contaminated with radionuclides after the Chernobyl accident which accounts for 2.4 mln residents including 579,340 children. Zhy-

### ВВЕДЕНИЕ

Возникновение злокачественных новообразований является наиболее вероятным стохастическим эффектом ионизирующих излучений. Расчет этих эффектов базируется на беспороговой концепции “доза–эффект” (ICRP Publication 60) при экстраполяции данных с больших доз облучения на малые. Использование этой концепции обусловлено социально как административное решение и позволяет получить лишь высшую оценку ожидаемого риска опухолей (Турусов Б.С., Парфенов Ю.А., 1982; Филюшкин И.В., 1983).

Как указано в Национальном докладе Украины (1996), вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) в Украине загрязнены радионуклидами значительные территории, где проживает 2,4 млн жителей, в том

tomir, Kyiv, Rivne, Vinnitsa, Cherkassy regions and Kiev city were affected by radiocontamination to the greatest degree.

These circumstances provoke anxiety in wide circles of population about a radiation factor influence on human health and particularly on the probability of induction of malignant tumors. According to an estimation by the United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR, 1994) the total life-time fatal cancer risk is 12% per 1 Sv.

Analysis of literary sources (Ilyin L.A. et al., 1990; Likhtarev I.A. et al., 1994; National report of Ukraine, 1996; Scientific report WHO, 1996) allowed us to summarize the data of irradiation due to the Chernobyl accident in different groups of Ukrainian population. According to this analysis emergency workers who participated in clean-up works in 1986–1987 received the highest accumulated effective doses — 150–170 mSv.

The most significant accumulated collective doses affect 11,870 thousand people in a population of 6 large north regions — 36,910 manSv i.e. 75.3% of collective dose received by the total Ukrainian population. The greatest number of radiogenic fatal cancers per life-time — 4.5 thousand is expected in this group.

Careful attention has to be paid to detailed follow up of evacuees from Pripyat city and the 30-km zone. Their mean doses of external irradiation are estimated as 13.4 and 24.0 mSv respectively.

The expected mean dose during the life-time of the population of the most contaminated areas is evaluated in range between 80 and 400 mSv per person.

Irradiation of the thyroid gland by radioactive iodine especially at an early age presents a quite significant risk of development of thyroid cancer. Collective dose of this critical organ in the child population of Ukraine was estimated at 400,000 manGy; but in the 8 most contaminated districts — 57,000 manGy, i.e. 14.2% of total collective dose in children population.

## MATERIALS AND METHODS

This research was undertaken to study a possible increase of incidence rates of malignant neoplasms after irradiation of large contingents of Ukrainian population due to the Chernobyl accident. It was conducted in four administrative districts adjacent to Chernobyl: Naroditchy and Ovrutch (Zhytomir region), Ivankov and Poleskoye (Kyiv region) Chernobyl district data were included in the study of the preaccident period. At the moment of the Chernobyl accident these five districts accounted for 274 thousand people including 59,200 children. In 1997 four contaminated districts (not including un-

числе 579 340 детей. Наибольшему загрязнению подверглись Житомирская, Киевская, Ривненская, Винницкая, Черкасская области и Киев.

Эти обстоятельства вызывают озабоченность общественности влиянием облучения на состояние здоровья и, в частности, на вероятность возникновения злокачественных новообразований. Согласно данным Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН (1994) суммарная оценка пожизненного риска фатального рака составила 12% в расчете на 1 Зв.

Обобщены данные литературы (Ilyin L.A. et al., 1990; Likhtarev I.A. et al., 1994; Национальный доклад Украины, 1996; Научный отчет ВОЗ, 1996) относительно облучения различных категорий населения Украины вследствие аварии на ЧАЭС. Согласно этим данным самые высокие накопленные эффективные дозы облучения (150–170 мЗв) отмечены у участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС 1986–1987 гг. (далее ликвидаторы).

Наиболее значимые накопленные коллективные дозы отмечены у 11 870 000 жителей упомянутых 6 крупных регионов — 36 910 челЗв, т.е. 75,3% коллективной дозы, полученной населением Украины. У жителей этих регионов ожидается самое значительное абсолютное число случаев радиогенного фатального рака в течение жизни — около 4500.

Требуют пристального внимания и постоянного наблюдения лица, эвакуированные из г. Припяти и 30-километровой зоны, у которых средние дозы внешнего облучения оценивают соответственно в 13,4 и 24,0 мЗв.

У лиц, проживающих на наиболее загрязненных территориях, величина ожидаемой дозы, накопленной в течение жизни, может составить 80–400 мЗв.

Весьма значителен риск развития рака щитовидной железы при облучении радиоактивным йодом, особенно в детском возрасте. Коллективная доза облучения щитовидной железы у детского населения Украины составила 400 000 челГр, а в 8 наиболее загрязненных районах — 57 000 челГр, т.е. 14,2% от общей коллективной дозы всей детской популяции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее исследование было предпринято в целях изучения возможного роста заболеваемости злокачественными новообразованиями вследствие облучения после Чернобыльской катастрофы. Его проводили в четырех прилегающих к Чернобылю административных районах: Народичском и Овручском Житомирской области, Иванковском и Полесском Киевской области. При изучении доаварийного периода в их число был также включен бывший Чернобыльский район. На момент аварии в этих районах население составляло 274 тыс. человек, из них 59 200 детей в возрасте до 15 лет; в 1997 г. в четырех районах

populated Chernobyl district) had 132,000 residents (including 23,400 children).

The retrospective and current study of all medical documents including urgent notifications about new cancer cases and death certificates from all medical institutions was conducted to identify all cancer cases diagnosed since 1980 in four districts. Data of all patients with cancers in the former Chernobyl district from 1981–1985 were also reconstructed and included in the study group. All records were cross-checked to avoid duplication before compiling a final file. Since 1980 9,987 new cancer cases have been registered.

Annual age-specific and age-adjusted (by direct method) incidence rates were calculated for 1980–1997 and compared with corresponding data for the whole of Ukraine and for Kyiv and Zhytomir regions which include the districts of interest. The age structure of the USSR population in 1979 (at the moment of All-Union census) was chosen as a standard.

The data of State Register of persons affected by the Chernobyl accident was used for the study of cancer incidence in clean-up workers 1986–1987 and evacuees from Pripyat and the 30-km zone. A study of a representative sample of 83,965 clean-up workers 1986–1987 living in Dnepropetrovsk, Donetsk, Kyiv, Lugansk, Kharkov regions, as well as Kyiv city, and 50,437 evacuees settled in whole territory of Ukraine was carried out.

For the study of these groups of interest a indirect method of standardising was used taking into account their relatively small numbers. For the more precise estimation of incidence level more precisely standardised incidence ratios (SIR) were calculated. As a standard age-specific cancer incidence rates of Ukrainian population in 1990–1996 were used. These data were obtained from the Ukrainian national cancer register.

## RESULTS AND THEIR DISCUSSION

Between 1980–1997 (figure 1) cancer incidence rates in population still living in the most contaminated areas were lower than in Ukraine, Kyiv and Zhytomir regions. But time trends were similar.

During the 12 years following the Chernobyl accident the level of cancer incidence has been changing in the form of a smooth evolutory line with gradual increase each year. Such changes are characteristic to the whole of Ukraine as well as contaminated regions and the most contaminated small districts. Regression coefficients characterizing an increment of rates do not differ significantly.

(исключая практически ненаселенный Чернобыльский район) — 132 тыс. человек (из них 23 400 детей).

Для идентификации всех случаев злокачественных новообразований, диагностированных начиная с 1980 г. у жителей четырех районов, проведено ретроспективное и текущее изучение всех медицинских документов из всех медицинских учреждений, включая экстренные извещения о новых случаях и свидетельства о смерти. Восстановлены данные о всех заболевших в Чернобыльском районе в доаварийный период (1981–1985 гг.). Перед окончательной компоновкой файла все записи были проверены для исключения дублирования. С 1980 г. зарегистрировано 9976 новых случаев злокачественных новообразований.

Рассчитаны ежегодные повозрастные и стандартизированные (прямым методом) показатели заболеваемости с 1980 по 1997 г., которые затем сравнивали с соответствующими данными по Украине в целом, а также по Киевской и Житомирской областям, в которые входят изучаемые районы. В качестве стандарта использовали показатели возрастной структуры населения СССР на момент всесоюзной переписи 1979 г.

Для анализа заболеваемости злокачественными новообразованиями ликвидаторов 1986–1987 гг. и эвакуированных из 30-километровой зоны были использованы данные Государственного регистра пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС. Изучены данные о 83 965 ликвидаторах, проживающих в Днепропетровской, Донецкой, Киевской, Луганской, Харьковской областях и Киеве, а также о 50 437 эвакуированных, расселенных по всей территории Украины.

Для этих категорий пострадавших, учитывая их сравнительно небольшую численность, использован косвенный метод стандартизации. Были рассчитаны стандартизированные соотношения заболеваемости (SIR), позволяющие более точно определить уровень заболеваемости. В качестве стандарта использованы повозрастные показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Украины за 1990–1996 гг.

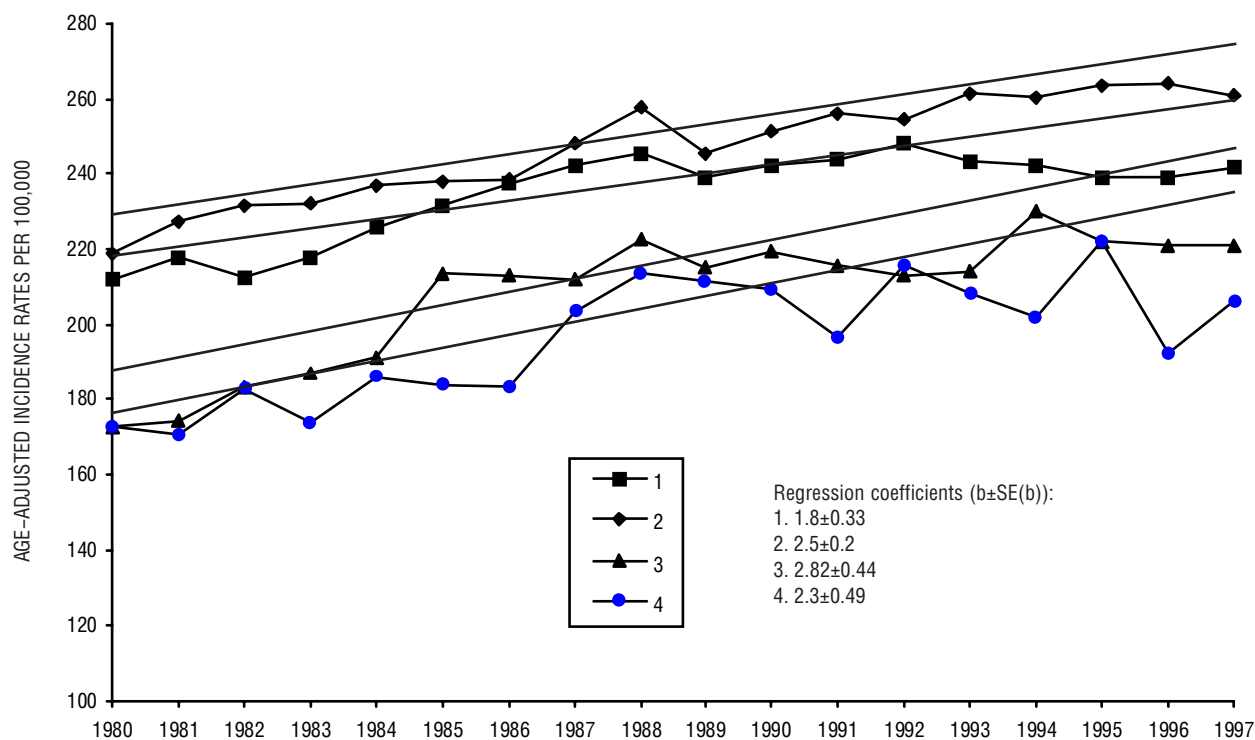
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С 1980 по 1997 г. стандартизированные показатели заболеваемости в исследуемых районах были ниже, чем по Украине, Киевской и Житомирской областям в целом (рисунок 1). Временные тренды, однако, оказались сходными.

Спустя 12 лет после аварии на ЧАЭС изменение уровня заболеваемости опухолями происходит плавно, как и в доаварийный период, постепенно возрастая. Подобные изменения характерны для всей Украины, а также для загрязненных и наиболее загрязненных отдельных территорий. Коэффициенты регрессии, характеризующие темпы повышения показателей, существенно не различаются.

**FIGURE 1.** DYNAMICS OF CANCER INCIDENCE RATES IN UKRAINE (1), KYIV (2), ZHYTOMIR (3) REGIONS AND THE MOST CONTAMINATED WITH RADIONUCLIDES AREAS (4). MALES AND FEMALES

**РИСУНОК 1.** ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ (1), КИЕВСКОЙ (2), ЖИТОМИРСКОЙ (3) ОБЛАСТЕЙ И НАИБОЛЕЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЙ (4). МУЖЧИНЫ И ЖЕНЩИНЫ



Comparative analysis of SIR in different groups of affected population in the periods 1990–1993 and 1994–1997 (table 1) proves an absence of significant increase of cancer incidence rates in evacuees, residents of the most contaminated areas, and a significant increase in clean-up workers 1986–1987 (significantly increase in periods 1990–1993 and 1990–1997).

По данным сравнительного анализа SIR в различных группах пострадавшего населения в 1990–1993 и 1994–1997 гг. (таблица 1) отмечено отсутствие существенного увеличения заболеваемости злокачественными новообразованиями у эвакуированных и жителей наиболее загрязненных территорий и возрастание таковой — у ликвидаторов 1986–1987 гг., статистически достоверное в 1990–1993 и в целом в 1990–1997 гг.

**TABLE 1**  
STANDARDIZED INCIDENCE RATIO FOR ALL CANCERS INCIDENCE (ICD-IX, 140–208) IN DIFFERENT GROUPS OF UKRAINIAN POPULATION AFFECTED AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT

**ТАБЛИЦА 1**  
СТАНДАРТИЗИРОВАННЫЕ СООТНОШЕНИЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ (МКБ-IX, 140–208) РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ, ПОСТРАДАВШИХ ВСЛЕДСТВИЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Groups of observation	Number of person-years of observation	Observed numbers of cases	Expected numbers of cases	SIR (%)	95% CI
Residents of contaminated territories					
1990–1997	1,211,132	3,963	4,890	81.1	78.6–83.6
1990–1993	654,501	2,143	2,607	82.2	78.8–85.7
1994–1997	556,631	1,820	2,283	79.7	76.1–83.4
Clean-up workers 1986–1987 (males)					
1990–1997	577,536	1,496	1,354	110.5	104.9–116.1
1990–1993	263,084	538	443	121.5	111.2–131.8
1994–1997	314,452	958	911	105.1	98.5–111.8
Evacuees from 30-km zone					
1990–1997	408,882	870	1,234	70.5	65.8–75.2
1990–1993	208,805	432	618	69.9	63.3–77.8
1994–1997	200,077	438	616	71.1	64.5–77.8

At present, greatest interest is attracted by the forms of malignant tumours which could be attributed to the long-term effect of ionising radiation, as well as lymphomas, leukaemias and thyroid cancer; breast, lung, stomach, bowels, ovary cancer and others.

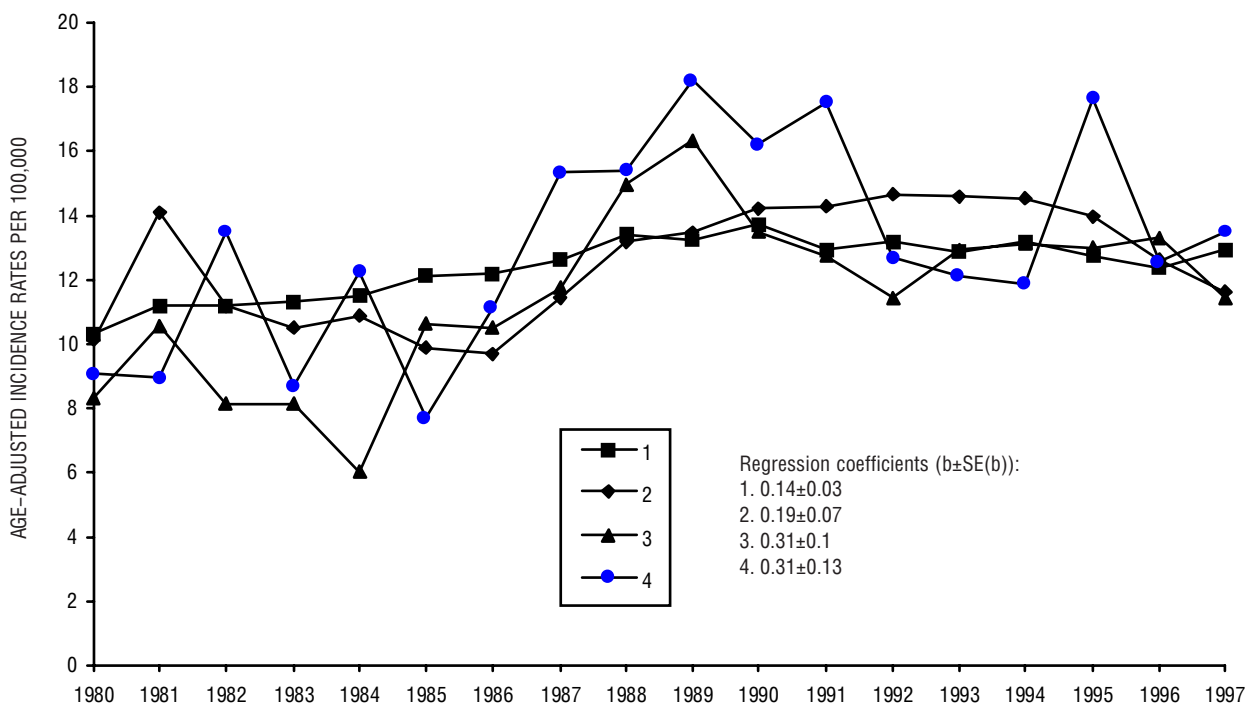
Large fluctuations of rates of leukaemias and lymphomas in separate years should be noted, especially in the most contaminated areas (figure 2). Also increase of the incidence rates in 1987–1991 and decrease later (spacial-temporal protuberance) were revealed. Because a minimal latent period of this pathology is equal to 2 years and peak of incidence can be expected in 6–8 years this situation can not be explained only by radiation effect. Comparison of regression coefficients of dynamic models for incidence rates in different territories did not suggest significant difference. Analysis of average annual leukaemia and lymphoma incidence (table 2) showed much higher levels in 1986–1991 ( $P<0.01$ ) and 1992–1997 ( $P<0.05$ ) in comparison with the preaccident period (1980–1985). As to individual forms of leukaemias and lymphomas there could be evidence of increase of lymphoid leukaemia incidence in 1986–1991 ( $P<0.05$ ) which does not belong to radiogenic forms. The same situation is observed in the case of myeloid leukaemia: significant increase only in 1986–1991 ( $P<0.01$ ). Gradual increase was observed for lympho- and reticulosarcoma with significant value in 1992–

В настоящее время наибольший интерес представляют формы злокачественных новообразований, возникновение которых относят к отдаленным эффектам облучения, — гемобластозы, рак щитовидной железы, а также рак молочной железы, легкого, желудка, ободочной кишки, яичников и др.

Заболееваемость гемобластозами значительно колеблется в отдельные годы, особенно в наиболее загрязненных регионах (рисунок 2). Следует отметить увеличение заболеваемости в 1987–1991 гг. и ее снижение в более поздние сроки (территориально-временное возмущение). Поскольку минимальный латентный период этой патологии составляет 2 года, а пик заболеваемости можно ожидать через 6–8 лет, представленная динамика не может быть полностью объяснена радиационным эффектом. Коэффициенты регрессии динамических рядов показателей заболеваемости на различных территориях статистически не отличались. Заболеваемость гемобластозами (таблица 2) в 1986–1991 и в 1992–1997 гг. была существенно выше ( $p<0,01$  и  $p<0,05$  соответственно) по сравнению с доаварийным периодом (1980–1985 гг.). Что касается отдельных форм гемобластозов, можно констатировать рост числа случаев лимфоидного лейкоза в 1986–1991 гг. ( $p<0,05$ ), который не относят к радиационно обусловленным. Такую же тенденцию отмечали и в отношении миелоидного лейкоза: значительное повышение — только в 1986–1991 гг. ( $p<0,01$ ). Наблюдали постепенный рост заболеваемости лимфо- и ретикулосаркомой, наиболее значимый в 1992–1997 гг. ( $p<0,05$ ). Из-за мас-

**FIGURE 2.** DYNAMICS OF LEUKAEMIA AND LYMPHOMA INCIDENCE RATES IN UKRAINE (1), KYIV (2), ZHITOMIR (3) REGIONS AND THE MOST CONTAMINATED WITH RADIONUCLIDES AREAS (4). MALES AND FEMALES

**РИСУНОК 2.** ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЛЕЙКОЗАМИ И ЛИМФОМАМИ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ (1), КИЕВСКОЙ (2), ЖИТОМИРСКОЙ (3) ОБЛАСТЕЙ И НАИБОЛЕЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЙ (4). МУЖЧИНЫ И ЖЕНЩИНЫ



MEAN ANNUAL AGE-ADJUSTED LEUKAEMIA AND LYMPHOMA INCIDENCE RATES IN THE MOST CONTAMINATED AREAS FOR 1980–1985, 1986–1991, AND 1992–1997

TABLE 2

ТАБЛИЦА 2

УСРЕДНЕННЫЕ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЛЕЙКОЗАМИ И ЛИМФОМАМИ НА НАИБОЛЕЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЯХ В 1980–1985, 1986–1991 И 1992–1997 гг.

Code ICD-IX		1980–1985 (1)	1986–1991 (2)	t <sub>1,2</sub>	1992–1997 (3)	t <sub>1,3</sub>
200–208	Leukaemia and lymphoma	10.12±0.75	15.63±1.06	4.25 P<0.01	13.41±1.10	2.48 P<0.05
200, 202	Lympho- and reticulosarcoma	1.84±0.33	2.70±0.41	1.64 P>0.05	3.70±0.58	2.77 P<0.05
201	Hodgkin's disease (Lymphogranulematosis)	1.82±0.34	2.47±0.48	1.12 P>0.05	2.10±0.48	0.48 P>0.05
203	Multiple myeloma and immunoproliferative neoplasms	0.54±0.16	1.03±0.25	1.66 P>0.05	0.78±0.22	0.88 P>0.05
204	Lymphatic leukaemia	3.08±0.40	4.93±0.59	2.59 P<0.05	2.97±0.49	0.17 P>0.05
205	Myeloid leukaemia	0.49±0.17	1.99±0.41	3.40 P<0.01	1.06±0.30	1.68 P>0.05
206–208	Other leukaemias	2.35±0.36	2.51±0.41	0.29 P>0.05	2.81±0.53	0.71 P>0.05

1997 ( $P<0.05$ ). Because of large-scale migration of population from contaminated areas some of group at highest risk could escape observation.

As to evacuees only in 1990–1993 do observed number of leukaemia and lymphoma cases significantly differ from the expected but low 95% confidence bound were only 100.5%.

In clean-up workers 1986, 1987 leukaemia and lymphoma incidence rates has increased and the observed number of cases statistically significantly exceed the expected by 2.6 times in 1990–1993, and 2.0 times in 1994–1997.

Nowadays the radiation origin of dramatic increase in thyroid cancer incidence rates (figure 3) does not arouse any doubt. In 1996 in Ukraine on the whole and Zhitomir region this increase was equal to approximately 2.0 times above spontaneous expected level in the male and female population. It is remarkable that in Kyiv city and Kyiv region (where 70% of the population of Pripyat and 30-km zone was evacuated) these increases equal 5 and 6 times respectively. And the greatest increase of thyroid cancer incidence rates was registered in the most contaminated areas (in 8.45 times). In 1997 these rates were somewhat lower. Thyroid cancer cases in children born in the second half of 1987 and in 1988 have a great interest for dosimetrists and epidemiologists.

Comparative analysis of thyroid cancer incidence in different groups of affected population (table 3) showed the most significant exceeding of national level in evacuees (in 3.6 and 6.6 times in 1990–1993 and 1994–1997 respectively), clean-up workers (in 3.9 and 4.8 times in 1990–1993 and 1994–1997 respectively). In population of contaminated areas statistically significant increase was registered in 1994–1997 (in 2.5 times).

совой миграции жителей загрязненных территорий некоторые группы повышенного риска могли быть не обследованы.

Среди эвакуированных фактическое число случаев гемобластозов не отличалось от ожидаемого, за исключением 1990–1993 гг., когда нижняя граница 95% доверительного интервала лишь на 0,5% превысила 100%.

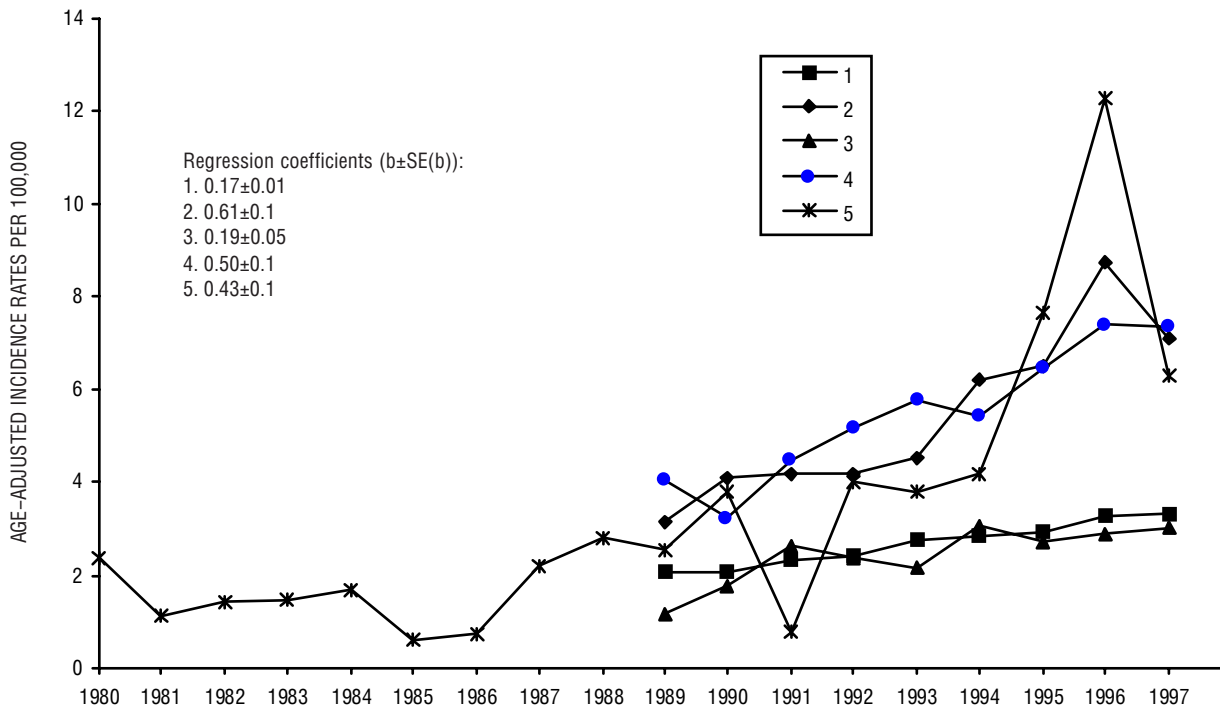
У ликвидаторов 1986–1987 гг. отмечено повышение заболеваемости лимфомами и лейкозами и достоверное превышение фактических показателей ожидаемых как в 1990–1993 гг. (в 2,6 раза), так и в 1994–1997 гг. (в 2 раза).

В настоящее время не вызывает сомнения радиационная обусловленность резкого увеличения заболеваемости раком щитовидной железы (рисунок 3): в 1996 г. по Украине в целом и в Житомирской области — в 2 раза по сравнению со спонтанным уровнем до аварии, а в Киеве и Киевской области, куда было эвакуировано 70% населения г. Припяти и 30-километровой зоны — соответственно 5 и 6 раз. Однако самое высокое возрастание (в 8,45 раза) отмечено на наиболее загрязненных территориях. В 1997 г. они несколько снизились. Для дозиметрического и эпидемиологического анализа исключительный интерес представляют случаи рака щитовидной железы у детей, родившихся во второй половине 1987 и в 1988 г.

Результаты сравнительного анализа заболеваемости раком щитовидной железы различных групп пострадавшего населения (таблица 3) свидетельствуют о наиболее значительных темпах ее роста у эвакуированных (в 3,6 раза — в 1990–1993 и в 6,6 раза — в 1994–1997 гг.) и ликвидаторов (в 3,9 раза — в 1990–1993 и 4,8 раза — в 1994–1997 гг.). У жителей загрязненных территорий достоверное повышение показателей отмечено только в 1994–1997 гг. (2,5 раза).

**FIGURE 3.** DYNAMICS OF THYROID CANCER INCIDENCE RATES IN THE UKRAINE (1), KYIV (2), ZHYTOMIR (3) REGIONS, KYIV CITY (4), AN THE MOST CONTAMINATED WITH RADIONUCLIDES AREAS (5). MALES AND FEMALES

**РИСУНОК 3.** ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ (1), КИЕВСКОЙ (2), ЖИТОМИРСКОЙ (3) ОБЛАСТЕЙ И КИЕВА (4) И НАИБОЛЕЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЙ (5). МУЖЧИНЫ И ЖЕНЩИНЫ.



**TABLE 3**  
STANDARDIZED INCIDENCE RATIO FOR THYROID CANCER INCIDENCE (ICD-IX: 193) IN DIFFERENT GROUPS OF UKRAINIAN POPULATION AFFECTED AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT

**ТАБЛИЦА 3**  
СТАНДАРТИЗИРОВАННЫЕ СООТНОШЕНИЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (МКБ-IX: 193) РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ, ПОСТРАДАВШЕГО ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

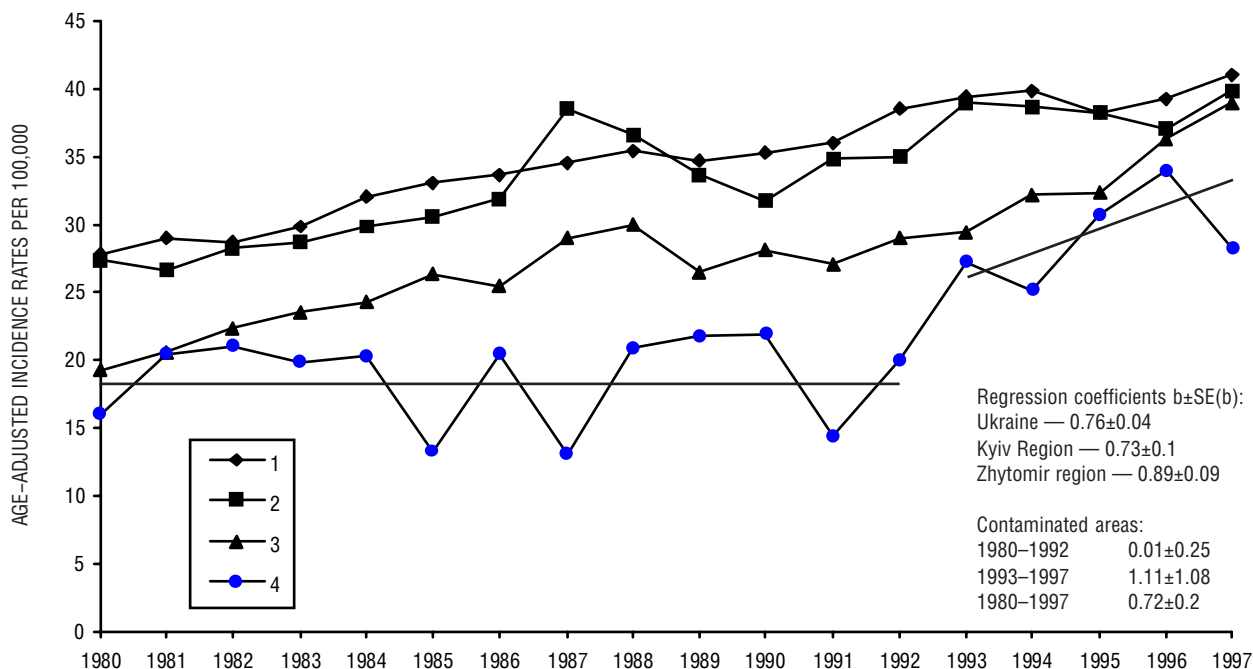
Groups of observation	Number of person-years of observation	Observed numbers of cases	Expected numbers of cases	SIR (%)	95% CI
Residents of contaminated territories					
1990–1997	1,211,132	72	41.7	172.9	135.2–215.1
1990–1993	654,501	24	22.4	107.2	68.6–154.4
1994–1997	556,631	48	19.3	249.1	183.6–324.6
Clean-up workers 1986–1987 (males)					
1990–1997	577,536	37	8.4	442.7	300.0–585.3
1990–1993	263,084	13	3.3	393.0	179.4–606.6
1994–1997	314,452	24	5.1	475.2	285.1–665.4
Evacuees from 30-km zone					
1990–1997	408,882	66	12.9	513.4	389.6–637.3
1990–1993	208,805	23	6.4	362.0	214.1–510.0
1994–1997	200,077	43	6.5	661.4	463.7–859.1

As to other forms of malignant neoplasms which can be induced by radiation the data for breast cancer is very interesting. In the most contaminated areas female breast cancer incidence rates (figure 4) between 1980–1992 were relatively stable with small fluctuations. They were lower in comparison with incidence in Ukraine, and also Kyiv and Zhytomir regions which include these areas. But in 1993–1997 their significant increase was registered. Actual level (table 4) was 150.3% in comparison with the expected level (95% CI 127.1–173.4%).

Относительно других форм опухолей, которые могут быть радиационно обусловленными, большой интерес представляют данные о возникновении рака молочной железы. На наиболее загрязненных территориях заболеваемость раком молочной железы (рисунок 4) в 1980–1992 гг. была относительно стабильной, незначительно изменяясь; по сравнению с показателями по Украине, Киевской и Житомирской областям, в которые эти территории входят, — была ниже. Однако в 1993–1997 гг. эти показатели существенно увеличились. Фактический уровень SIR по сравнению с ожидаемым (таблица 4) составил 150,3% (95% доверительный интервал 127,1–173,4%).

FIGURE 4. DYNAMICS OF BREAST CANCER INCIDENCE RATES IN THE UKRAINE (1), KYIV (2), ZHYTOMIR (3) REGIONS AND THE MOST CONTAMINATED WITH RADIONUCLIDES AREAS (4)

РИСУНОК 4. ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЖЕНСКОГО НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ (1), КИЕВСКОЙ (2), ЖИТОМИРСКОЙ (3) ОБЛАСТЕЙ И НАИБОЛЕЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЙ (4).



In women — participants in emergency works of 1986–1987 — statistically significant exceeding of observed number of breast cancers above expected was registered in 1994–1997 and for the whole period 1990–1997. Some increase of this pathology in evacuees was registered. Expected level in 1990–1997 was exceeded by 37.7% although neither in 1990–1993 nor 1994–1997 was any significant excess observed and only pooled data for 1990–1997 suggest statistically significant differences.

У женщин из числа ликвидаторов 1986–1987 гг. в 1994–1997 гг. и, в целом, за 1990–1997 гг., также отмечено статистически достоверное повышение числа случаев рака молочной железы по сравнению с ожидаемым; незначительное — у эвакуированных. Ожидаемый в 1990–1997 гг. уровень заболеваемости превышен на 37,7%, хотя расчет SIR отдельно по периодам 1990–1993 и 1994–1997 гг. не выявил статистически значимого превышения.

TABLE 4

STANDARDIZED INCIDENCE RATIO FOR BREAST CANCER INCIDENCE (ICD-IX: 174) IN DIFFERENT GROUPS OF UKRAINIAN POPULATION AFFECTED AFTER CHERNOBYL ACCIDENT

ТАБЛИЦА 4

СТАНДАРТИЗИРОВАННЫЕ СООТНОШЕНИЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (МКБ-IX: 174) РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ЖЕНСКОГО НАСЕЛЕНИЯ, ПОСТРАДАВШЕГО ВСЛЕДСТВИЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Groups of observation	Number of person-years of observation	Observed numbers of cases	Expected numbers of cases	SIR (%)	95% CI
Residents of contaminated territories* 1993–1997	389,645	162	107.8	150.3	127.1–173.4
Clean-up workers 1986–1987**	39,188	44	29.1	151.2	106.5–195.8
1990–1993	15,913	12	10.9	110.2	47.9–172.6
1994–1997	23,275	32	18.2	175.6	114.8–236.5
Evacuees from 30-km zone*	235,072	72	52.3	137.7	105.9–169.5
1990–1993	119,915	37	25.7	143.9	97.5–190.2
1994–1997	115,157	35	26.6	131.7	88.1–175.3

Note. Because of territorial variation of breast cancer incidence in the Ukraine SIR was calculated on a base of two standards: \* — local (1980–1992) and \*\* — National (1990–1996).

Примечание. Ввиду территориально зависимой вариабельности заболеваемости раком молочной железы в Украине показатели SIR рассчитывали на основе двух стандартов: \* — местного (1980–1992 гг.) и \*\* — общенационального (1990–1996 гг.).



## CONCLUSION

The results obtained suggest coincidence of main tendencies in cancer incidence in different groups of population affected by the Chernobyl accident — still living in the most contaminated districts, clean-up workers and evacuees. Radiation origin of excess of thyroid cancer can not be denied.

The data of leukaemias and lymphomas, female breast cancer and other solid cancers requires further attention.

Considering small cases of observations and significant migration of population including high risk groups the monitoring of studied pathology should be continued not only in contaminated districts but outside them especially in regions of compact inhabitation of relocated groups of population. Main attention should be paid to the radiogenic forms of this pathology (such as thyroid, breast, lung, stomach, bowel cancers, leukaemias and lymphomas).

To improve the statistical power of leukaemia study an issue of implementation of unified protocol and linkage of information about the most contaminated areas in the Ukraine, Belarus, Russia should be considered.

Special attention and effort should be paid to the effective function of the State Register of persons affected by the Chernobyl accident as well as to data linkage between the State Register and regional cancer registers' collected complete information about cancer cases in territories of their activity.

It is very important for dose dependence estimation to obtain correct data about accumulated doses in different groups of population.

## REFERENCES

- Десять лет после аварии на Чернобыльской АЭС. Национальный доклад Украины.* Вена, Австрия, 9 апреля 1996. Минчернобыль, Киев, 1996, 99 с.  
[Ten years after the Chernobyl accident. National report of Ukraine. Vienna, Austria, April 9, 1996. Kyiv, 1996, 99 pp.]
- Медицинские последствия Чернобыльской аварии, результаты пилотных проектов АЙФЕКА и соответственных национальных программ.* В кн.: Научный отчет ВОЗ. Женева, 1996, с. 248–252.  
[Health consequences of the Chernobyl accident. Results of the IPHECA pilot projects and related national programmes. In: Scientific report, WHO. Geneva, 1996, pp. 248–252]
- Турусов Б.С., Парфенов Ю.А. Проблема порога в клиническом канцерогенезе. *Вопр. онкологии*, 1982, 12: 88–97.  
[Turusov B.S., Parfenov Yu.A. A threshold problem in clinical carcinogenesis. *Vopr. oncology*, 1982, 12: 88–97]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено совпадение тенденций в заболеваемости злокачественными новообразованиями различных категорий пострадавших — проживающих на наиболее загрязненных территориях, ликвидаторов, эвакуированных. Радиационный генез роста заболеваемости раком щитовидной железы нельзя отрицать.

Данные о заболеваемости гемобластозами, раком молочной железы и другими солидными опухолями требуют дальнейшего изучения.

Учитывая небольшое число наблюдений и значительную миграцию населения следует продолжать мониторинг не только на загрязненных территориях, но и за ее пределами, особенно, в местах компактного проживания отселенных групп населения. Особое внимание должно быть уделено радиационно обусловленным формам злокачественных новообразований (рак щитовидной железы, лейкозы, лимфомы, рак молочной железы, легкого, желудка, ободочной кишки, яичников).

Для повышения статистической мощности исследования лейкозов целесообразно рассмотреть вопрос о создании единого протокола и объединении информации по наиболее загрязненным территориям Украины, Беларуси, России.

Необходимо обеспечить нормальное функционирование Государственного регистра пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, а также сопоставление данных Государственного регистра и канцер-регистров, содержащих исчерпывающую информацию об онкологических заболеваниях на территории их деятельности.

Чрезвычайно важным является предоставление корректных данных о накопленных дозах облучения у различных контингентов населения.

- Филюшкин И.В. О проблеме порога действия канцерогенных факторов. *Вопр. онкологии*, 1983, 4: 106–117.  
[Filyushkin I.V. About a problem of threshold of carcinogenic factors influence. *Vopr. oncology*, 1983, 4: 106–117]
- ICRP Publication 60. Radiation protection 1990: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). Pergamon Press, New York, 1991, 197 p.
- Ilyin L.A. et al. Radiocontamination pattern and possible health consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power station. *J. Radiol. Prot.*, 1990, 10 (13–29): 3–29.
- Likhtarev I.A. et al. Thyroid dose assessment for the Chernigov region (Ukraine): estimation based on <sup>131</sup>I thyroid measurements and extrapolation of the results to districts without monitoring. *Radiat. Environ. Biophys.*, 1994, 33: 149–166.