

УДК 615.849

Д. А. Бази́ка, В. О. Сушко, А. А. Чума́к, П. А. Фе́дірко В. В. Талько, Л. А. Янович✉

*Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», вул. Мельникова, 53, м. Київ, 04050, Україна*

## РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ДУ «НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР РАДІАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ» У 2017 РОЦІ

Щорічний звіт відображує основні результати діяльності Державної установи «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (ННЦРМ) з медичних проблем Чорнобильської катастрофи, радіаційної медицини, радіобіології, радіаційної гігієни та епідеміології, співпраці з ВО-ОЗ в мережі медичної готовності та допомоги при радіаційних аваріях у 2017 р. У звіті представлені результати виконання науково-дослідних робіт фундаментального та прикладного характеру в галузі вивчення радіаційних ефектів та медичних наслідків аварії на ЧАЕС, виконання завдань Загальнодержавної соціальної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014–2018 роки.

У звіті також відображено результати науково-організаційної, лікувально-профілактичної роботи, підготовки кадрів та впровадження.

Звіт ННЦРМ затверджено на засіданні Наукової ради НАМН України 23.03.2018 р.

**Ключові слова:** ННЦРМ, Чорнобиль, радіаційні ефекти, епідеміологія, радіаційна гігієна, лікування постраждалих, міжнародне співробітництво, кадри.

*Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2018. Вип. 23. С. 10–20. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-10-20.*

D. Bazyka, V. Sushko, A. Chumak, P. Fedirko, V. Talko, L. Yanovych✉

*State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», 53 Melnykova str., Kyiv, 04050, Ukraine*

## STATE INSTITUTION «NATIONAL RESEARCH CENTER FOR RADIATION MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMY OF MEDICAL SCIENCES OF UKRAINE» – RESEARCH ACTIVITIES AND SCIENTIFIC ADVANCE IN 2017

Research activities and scientific advance achieved in 2017 at the State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» (NRCRM) concerning medical problems of the Chernobyl disaster, radiation medicine, radiobiology, radiation hygiene and epidemiology in collaboration with the WHO network of medical preparedness and assistance in radiation accidents are outlined in the annual report. The report presents the results of fundamental and applied research works of the study of radiation effects and health effects of the Chernobyl accident; fulfillment of tasks of «State social program for improving safety, occupational health and working environment in 2014–2018 years».

The report also shows the results of scientific-organizational and health care work, staff training.

The NRCRM Annual Report was approved at the Scientific Council meeting of NAMS on March 23, 2018.

**Key words:** NRCRM, Chernobyl, radiation effects, epidemiology, radiation hygiene, treatment of victims, international cooperation, personnel.

*Problems of radiation medicine and radiobiology. 2018;23:10-20. doi: 10.33145/2304-8336-2018-23-10-20.*

✉ Янович Лариса Ананіївна, e-mail: ianovich@ukr.net

Державна установа «Національний науковий Центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України» (ННЦРМ) – головна установа в Україні з медичних проблем Чорнобильської катастрофи, радіаційної медицини, радіобіології та з питань радіаційної гігієни, радіаційної епідеміології, є центром, який співпрацює з ВООЗ в мережі медичної готовності та допомоги при радіаційних аваріях, учбовою базою для студентів Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця.

У 2017 р. на базі ННЦРМ функціонували дві спеціалізовані вчені ради із захисту докторських та кандидатських дисертацій за фахом «Радіобіологія» та «Генетика», а також проблемні комісії Міністерства охорони здоров'я і Національної академії медичних наук України «Радіаційна медицина», «Гематологія і трансфузіологія».

У 2017 р. в ННЦРМ виконувалось 28 науково-дослідних робіт: 26 – за бюджетом НАМН України (фундаментальних – 11, прикладних – 15); за тематикою «Загальнодержавної соціальної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014-2018 роки» – 1 НДР, на замовлення ДСП ЧАЕС – 1.

У 2017 р. завершені 5 НДР, що фінансувалися НАМН України з державного бюджету.

Дослідження у 2017 році проводились в напрямку вивчення механізмів розвитку пухлинних та непухлинних ефектів іонізуючого випромінювання, визначення радіаційних ризиків. Продовжено також виконання епідеміологічних і дозиметричних досліджень.

## МЕХАНІЗМИ ПУХЛИННИХ ЕФЕКТІВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

За допомогою паралельного використання класичного цитогенетичного аналізу і молекулярно-генетичного методу електрофорезу окремих клітин (Comet assay) в класичному та модифікованому варіантах досліджено спроможність астаксантину до модифікації радіаційно-індукованого мутагенезу в соматичних клітинах людини і доведено потужний радіозахисний потенціал речовини за критеріями оцінки стабільності геному на різних рівнях його організації.

Отримано зразки ядерних клітин венозної крові від хворих на рак яєчників (РЯ) жінок різного віку, з яких виділено геномну ДНК. Визначено частоту мутацій 185delAG, 5382insC, 4153delA, 300T>G у гені *BRCA1* та 6174delT у гені *BRCA2*, яка склала 13,3 %. Встановлено частоту позитивного сімейного анам-

State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» is the main institution in Ukraine in the issues of medical problems of the Chernobyl accident, radiation medicine, radiobiology, radiation hygiene, and radiation epidemiology. NRCRM collaborates with the WHO network of medical preparedness and assistance in radiological accidents. NRCRM also serves as a training base for students of the Bogomolets National Medical University.

Two specialized scientific councils for the defense of doctoral and candidate's dissertations on the specialties «Radiobiology» and «Genetics» were functioning at the NRCRM in 2017, as well as the problem commissions «Radiation Medicine», «Hematology and Transfusiology» of the Ministry of Health and National Academy of Medical Science of Ukraine.

In 2017 there were 28 research projects carried out at the NRCRM, namely 26 (11 of basic and 15 of the applied research) using the NAMS budget funds; 1 – in the framework of «State social program for improving safety, occupational health and working environment in 2014-2018»; 1 – by order of the State Specialized Enterprise «Chornobyl NPP».

The 5 research projects funded from the state budget by NAMS of Ukraine were completed in 2017.

The research activities in 2017 were conducted in the direction of studying the mechanisms of development of tumor and non-tumor effects of ionizing radiation, determination of radiation risks. Epidemiological and dosimetric studies have also been continued.

## MECHANISMS OF TUMOR EFFECTS OF IONIZING RADIATION

Using the parallel use of classical cytogenetic analysis and the molecular genetic method of comet assay in classical and modified variants, the ability of astaxanthin to modify radiation-induced mutagenesis in human somatic cells has been investigated and a powerful radioactive potential of a substance has been proved based on the criteria for evaluating the stability of the genome on different levels of his organization.

We obtained samples of venous blood nuclear cells from patients with ovarian cancer (OC) of women of different ages, from which genomic DNA was isolated. The frequency of mutations 185delAG, 5382insC, 4153delA, 300T>G in the *BRCA1* gene and 6174delT in the *BRCA2* gene, which was 13.3

незу щодо РЯ та/або раку молочної залози (РМЗ) у досліджуваній когорті (19 %). Обтяженість сімейного анамнезу корелює з *BRCA*-позитивним статусом.

Визначено, що частота мутації *JAK2 V617F* нижча серед хворих на Ph-негативні мієлопроліферативні неоплазії (МПН), які зазнали дії ІВ внаслідок аварії на ЧАЕС, за рахунок *JAK2 V617F*-негативних хворих на радіаційно-асоційовані есенціальну тромбоцитемію (ЕТ) та первинний мієлофіброз (ПМФ) у порівнянні з такими, які не зазнали дії ІВ внаслідок аварії на ЧАЕС. Частота виникнення судинних епізодів превалює серед пацієнтів на Ph-негативні МПН, позитивних за *JAK2 V617F* мутацією. Частота випадків трансфузійної залежності вища серед хворих на ПМФ, які зазнали дії ІВ внаслідок аварії на ЧАЕС та є позитивними за *JAK2 V617F* мутацією.

Обстежено 62 хворих із загальної популяції та 29 опромінених пацієнтів на хронічну мієлоїдну лейкемію (ХМЛ), резистентних до терапії інгібіторами тирозинкіназ. Визначено вплив мутацій гена *BCR/ABL*, а також хромосомних, молекулярно-генетичних порушень та імуногенетичних показників на формування резистентності до терапії інгібіторами тирозинкіназ у хворих на хронічну мієлоїдну лейкемію. Виділено комплекс особливостей клінічного перебігу ХМЛ, хромосомних порушень та спектру мутацій кіназного домену гена *BCR/ABL*, які обумовлюють формування резистентності до терапії інгібіторами тирозинкіназ у хворих на хронічну мієлоїдну лейкемію.

## **МЕХАНІЗМИ НЕПУХЛИННИХ ЕФЕКТІВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЕННЯ**

Клінічними і експериментальними дослідженнями внутрішньоутробно опромінених осіб на радіоактивно забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС територіях, у тому числі в Чорнобильській зоні відчуження, у порівнянні з відповідними дозами від  $^{131}\text{I}$  в експерименті доведено наявність когнітивного дефіциту та емоційно-поведінкових розладів. Розроблено концепцію механізмів формування ефектів пренатального опромінення інкорпорованим  $^{131}\text{I}$  та рекомендації щодо інноваційних методів реабілітації пацієнтів з травматичним ураженням центральної нервової системи (ЦНС).

Виявлено додозалежне погіршення інформаційних процесів і когнітивних функцій з переважною локалізацією патологічних змін у лівій лобно-

%, was determined. The frequency of positive family history of OC and / or breast cancer (BC) in the study cohort (19 %) was established. The burden of family history correlates with *BRCA*-positive status.

It was determined that the frequency of mutation of *JAK2 V617F* was lower among patients with Ph-negative myeloproliferative neoplasias (MPN) who were exposed to the ionizing radiation after a ChNPP accident, due to *JAK2 V617F*-negative patients with radiation-associated essential thrombocythemia (ET) and primary myelofibrosis (PMF) in comparison with those that were not exposed to the effects of the ionizing radiation as a result of the Chernobyl accident. The incidence of vascular episodes is prevalent among patients with Ph-negative MPNs that are positive for the *JAK2 V617F* mutation. The frequency of cases of transfusion dependence was higher among patients with PMF that were exposed to the ionizing radiation as a result of the Chernobyl accident and are positive for the *JAK2 V617F* mutation.

It was determined that the frequency of mutation of *JAK2 V617F* was lower among patients with Ph-negative MPN who were exposed to the ionizing radiation after a ChNPP accident, due to *JAK2 V617F*-negative patients with radiation-associated ET and PMF in comparison with those that were not exposed to the effects of the ionizing radiation as a result of the Chernobyl accident. The incidence of vascular episodes is prevalent among patients with Ph-negative MPNs that are positive for the *JAK2 V617F* mutation. The frequency of cases of transfusion dependence was higher among patients with PMF that were exposed to the ionizing radiation as a result of the Chernobyl accident and are positive for the *JAK2 V617F* mutation.

## **MECHANISMS OF NON-TUMOR EFFECTS OF IONIZING RADIATION**

Clinical and experimental studies of intrauterine irradiation in human in the areas of radioactive contamination as a result of the Chernobyl accident, including the Chernobyl exclusion zone, compared with the corresponding doses of  $^{131}\text{I}$  in experiment, demonstrated the presence of cognitive deficits and emotional and behavioral disorders. The concept of mechanisms for the formation of prenatal irradiation effects of the incorporated  $^{131}\text{I}$  and recommendations for innovative methods of rehabilitation of patients with traumatic central nervous system (CNS) impairment have been developed.

Dose-dependent deterioration of information processes and cognitive functions with predominant localization of pathological changes in the left frontal-

скроневій ділянці. Встановлені значущі лінійні регресійно-кореляційні зв'язки між параметрами когнітивних викликаних потенціалів і дозами внутрішньоутробного опромінення ( $r = 0,4-0,7$ ;  $p < 0,05$ ). В учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на ЧАЕС з проміжним та низькофункціональними поліморфізмами є тенденція до збільшення розладів психіки та поведінки.

Проведено аналіз радіаційно-асоційованих генетичних та імунологічних змін у 130 УЛНА на ЧАЕС з хронічною непухлинною патологією у віддаленому періоді після опромінення (28–30 років) у дозах від 0,10 до 3500 мЗв та 45 неопромінених осіб, які не брали участі у ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС і не мешкали на радіактивно забруднених територіях. Виявлені генетичні та імунологічні зміни у лейкоцитах периферичної крові УЛНА на ЧАЕС, асоційовані з дозою і віком, дозволяють запропонувати діагностично значущі біологічні маркери опромінення, такі як показники генної експресії, нестабільності генома (експресія H2AX та Cyclin D1), клітинного старіння і кількості мікроядер букальних клітин.

У жінок-УЛНА визначено значне зниження віку встановлення стенокардії в порівнянні з неопроміненими та більш пізній розвиток ішемічної хвороби серця (ІХС), ніж у чоловіків. У носіїв генотипу ТТ інфаркт міокарда (ІМ) розвивався на фоні більшої кількості факторів ризику ІХС в порівнянні з носіями генотипів ТС і СС. Носійство генотипу ТТ підвищувало ризик ІМ у віці старше 60 років. Генотип ТТ у жінок асоціюється з більш тяжким перебігом ІХС, зростанням частоти порушень ритму, більш вираженими змінами структури міокарда, зменшенням фізіологічного впливу парасимпатичної регуляції на серцевий ритм.

Розроблено критерії «включення-виключення» у дослідження та формування груп спостереження з числа УЛНА на ЧАЕС, стандартизованих за носологічними формами бронхолегеневої патології, віком, термінами участі в роботах з ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, дозою опромінення. Відмічено зниження числа CD3<sup>+</sup> Т-клітин, переважно за рахунок CD8<sup>+</sup> субпопуляції, тоді як число CD4<sup>+</sup> клітин вірогідно було вищим в порівнянні з групою контролю, зниження цитотоксичних CD3<sup>+</sup>16<sup>+</sup>56<sup>+</sup> Т-лімфоцитів, підвищення CD3<sup>+</sup>16<sup>+</sup>56<sup>+</sup>, підвищення CD3<sup>+</sup>19<sup>+</sup> В-лімфоцитів.

Встановлено підвищений ризик розвитку цукрового діабету 2 типу і частоти патології щито-

temporal region was detected. Significant linear regression-correlation relations between parameters of cognitive induced potentials and doses of intrauterine irradiation ( $r = 0.4-0.7$ ,  $p < 0.05$ ) are established. In the ChNPP accident clean-up workers (ACUW) with intermediate and low-functional polymorphisms there is a tendency to increase mental and behavioral disorders.

The analysis of radiation-associated genetic and immunological changes in the 130 ChNPP ACUW with chronic non-tumor pathology in the remote period after irradiation (28–30 years) at doses from 0.10 to 3500 mSv and 45 unexplained persons who did not take part in the elimination of the consequences Chornobyl accident and did not live in radiation-contaminated territories. The revealed genetic and immunological changes in peripheral blood glucose leukocytes from the ChNPP ACUW, associated with the dose and age, allow to propose diagnostically significant biological markers of irradiation, such as gene expression, genome instability (expression of H2AX and Cyclin D1), cellular aging, and the number of micronuclei of buccal cells.

In female ACUW a significantly decrease of the age of angina pectoris has been shown compared with non-irradiated control and a later development of coronary heart disease (CHD) than men. In carriers of the genotype TT, myocardial infarction (MI) developed on the background of a greater number of risk factors for CHD compared with carriers of TC and CC genotypes. The TT genotype carrier increased the risk of MI over the age of 60 years. The TT genotype in women is associated with a more severe course of coronary artery disease, an increase in the frequency of rhythm disturbances, more pronounced changes in the structure of the myocardium, and a decrease in the physiological effect of parasympathetic regulation on the cardiac rhythm.

The «inclusion-exclusion» criteria were developed in the research and the formation of surveillance groups from the clean-up workers at the ChNPP, standardized according to nosological forms of bronchopulmonary pathology, age, terms of participation in work on the consequences of the accident at the Chornobyl nuclear power plant, radiation dose. A decrease in CD3<sup>+</sup> T cells was observed, mainly due to CD8<sup>+</sup> subpopulation, while the number of CD4<sup>+</sup> cells was probably higher in comparison with the control group, the reduction of cytotoxic CD3<sup>+</sup>16<sup>+</sup>56<sup>+</sup> T-lymphocytes, an increase in CD3<sup>+</sup>16<sup>+</sup>56<sup>+</sup>, increase CD3<sup>+</sup>19<sup>+</sup> B-lymphocytes.

An increased risk of developing type 2 diabetes and thyroid abdominal pathology (diffuse goiter, nodule,

подібної залози (дифузний зоб, вузловий зоб, гіпотиреоз) серед УЛНА та дорослих осіб, які були опромінені у віці 10–17 років. У дітей за наявності інсулінорезистентності виникають негативні асоціації між  $T_4$  і ТТГ, що сприяє розвитку периферичної резистентності до тиреоїдних гормонів.

На підставі комплексного клініко-лабораторного та психологічного обстеження 832 дітей, які переміщені із зони бойових дій встановлено низький рівень здоров'я, значну частоту хронічної соматичної патології (73,08 %), ускладненої невротичними та астено-вегетативними розладами, змінами з боку імунної, про- та антиоксидантної систем, високою частотою станів тривожності (100 %) агресивності (94,39 %) та виснаження (83,18 %).

### ВИЗНАЧЕННЯ РАДІАЦІЙНИХ РИЗИКІВ

Запропоновано підхід до визначення ризику розвитку ХЛЛ на основі детекції поліморфізму rs2124594 в некодуючій ділянці хромосоми 8q24 як сурогатного маркера поліморфного варіанта rs2456449. Встановлено розподіл генотипів rs6983267 і rs2124594 у хворих на ХЛЛ. Вперше виявлено, що поліморфні варіанти rs6983267 і rs2124594 впливають на ризик розвитку вторинних солідних пухлин у хворих на ХЛЛ. За носійства генотипу ТТ поліморфізму rs2124594 ризик розвитку солідних пухлин становив: Odds ratio, OR = 2,65; 95 % CI = 1,08–6,54; за носійства генотипу GG rs6983267: OR = 3,78; 95 % CI = 1,53–9,37. Модифікуючого внеску іонізуючого випромінювання на реалізацію генетичної схильності до розвитку ХЛЛ за rs2124594 не виявлено.

Встановлено закономірності радіогенних змін експресії генів, регуляторів апоптозу, імунного запалення і адгезії в групах УЛНА, у широкому інтервалі доз опромінення. Статистично достовірне та дозозалежне зниження експресії генів *BCL2*, *SERPINB9*, *CDKN2A*, *STAT3* було максимальним при дозах понад 1000 мЗв. Виявлено кореляційну залежність між експресією *BCL2*, *SERPINB9*, *TP53* і дозою опромінення, пригнічення експресії *CLSTN2*, дозозалежну гіперекспресію гена *MCF2L*. Доведено дозозалежні зміни активації генів імунного запалення – *IL1B*, *IFNG*, *TNF*, підвищення вторинної геномної нестабільності, експресії  $\gamma$ -*H2AX* та *Cyclin D1*, гіперекспресії *TERT*. Встановлено діагностичну значимість кількості мікроядер букальних клітин як біомаркеру опромінення.

hypothyroidism) among clean-up workers and adults who were irradiated at the age of 10–17 years was established. In children, in the presence of insulin resistance, there are negative associations between  $T_4$  and TTG, which contributes to the development of peripheral resistance to thyroid hormones.

Based on a comprehensive clinical, laboratory and psychological examination, 832 children who have been moved from the combat zone have a low level of health, a significant incidence of chronic somatic pathology (73.08 %), complicated by neurotic and astheno-vegetative disorders, changes in the immune system, pro- and antioxidant systems, high frequency of anxiety states (100 %) of aggressiveness (94.39 %) and exhaustion (83.18 %).

### DETERMINATION OF RADIATION RISKS

An approach to the determination of the risk of developing CLL on the basis of detection of rs2124594 polymorphism in a non-coding region of chromosome 8q24 as a surrogate marker of the polymorphic variant rs2456449 is proposed. The distribution of genotypes rs6983267 and rs2124594 in CLL patients has been established. For the first time, it has been found that the polymorphic variants rs6983267 and rs2124594 affect the risk of development of secondary solid tumors in CLL patients. For carriers of the genotype TT polymorphism rs2124594, the risk of developing solid tumors was: Odds ratio (OR) = 2.65; 95% CI = 1.08–6.54; for carriers of genotype GG rs6983267: OR = 3.78; 95% CI = 1.53–9.37. Modifying contribution of ionizing radiation to realization of genetic predisposition to development of CLL for rs2124594 was not revealed.

The patterns of radiogenic changes in the expression of genes, apoptosis regulators, immune inflammation and adhesion in the clean-up workers groups, in a wide range of radiation doses have been established. The statistically significant and dose-dependent reduction of *BCL2*, *SERPINB9*, *CDKN2A*, and *STAT3* gene expression was maximal at doses >1000 mSv. Correlation between expression of *BCL2*, *SERPINB9*, *TP53* and irradiation dose, suppression of expression of *CLSTN2*, dose-dependent hyperexpression of gene *MCF2L* was revealed. The dose-dependent changes of activation of immune inflammation genes – *IL1B*, *IFNG*, *TNF*, increase of secondary genomic instability, expression of  $\gamma$ -*H2AX* and *Cyclin D1*, hyper-TERT expression have been proved. The diagnostic significance of the micronuclei of buccal cells as an irradiation biomarker has been established.

## ЕПІДЕМІОЛОГІЧНІ ТА ДОЗИМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вперше визначено показники смертності осіб, які були дітьми на час аварії на ЧАЕС і проживали на радіоактивно забруднених територіях (РЗТ) України. Когорта осіб 1968–1986 років народження, які проживали на РЗТ упродовж 1986–2011 рр., за 26 років потенційно втратила 82,3 тис. років життя. На чоловічу субкогарту припадає 72,4 % втрат. Середньохронологічний рівень смертності за 1986–2011 рр. когорти на РЗТ становив  $(2,26 \pm 0,37) \text{‰}$ , в Україні –  $(1,74 \pm 0,74) \text{‰}$ . На РЗТ виявлено достовірне збільшення рівнів смертності порівняно з рештою населення країни та чоловіків порівняно з жінками. У передчасній смертності провідне місце посідають (50,4%) екзогенні причини, 43,1 % – соматична патологія, 6,55 % – симптоми, ознаки та нечітко визначені стани; 78,35 % становлять ендogenous причини смерті чоловічої субкогорти (хвороби системи кровообігу, органів травлення, симптоми, ознаки та нечітко визначені стани, психічні розлади і хвороби нервової системи, новоутворення); 71,52 % жінок: новоутворення, хвороби системи кровообігу, органів травлення, деякі інфекційні та паразитарні хвороби, хвороби органів дихання. Результати аналізу свідчать, що існує серйозна проблема підвищеної смертності відносно молодих людей (до 45 років), які мешкають на РЗТ. Дослідження підтвердили гіпотезу про наявність значної варіації рівня смертності на РЗТ залежно від року народження поколінь.

В результаті довгострокового, за період до 2015 року, моніторингу динаміки захворюваності на злоякісні новоутворення осіб, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, встановлено, що показники загальної захворюваності на рак перевищують національний рівень тільки в групі УЛНА 1986-1987 рр. (стандартизоване співвідношення захворюваності (SIR)=106,8 %, 95 % довірчий інтервал (ДІ): 104,9–108,7). При подальшому аналізі перевищення очікуваного рівня захворюваності на рак щитоподібної залози зареєстровано серед УЛНА – у 4,3 раза, евакуйованих – у 3,9 раза, мешканців забруднених територій – у 1,3 раза. Рівень захворюваності на лімфоми і лейкемії в УЛНА та евакуйованих перевищує національний рівень в 1,4 раза, але не має достовірного ексцесу, рівень захворюваності жінок-УЛНА на рак молочної залози у 1,5 раза вищий очікуваного рівня (у мешканок забруднених територій і евакуйованих такого зростання не виявлено).

У динаміці післяаварійних змін рівня і структури непухлинної захворюваності УЛНА та евакуйова-

## RESEARCH IN EPIDEMIOLOGY AND DOSIMETRY

The mortality rate of children who were children at the time of the Chernobyl accident and lived in radioactive contaminated areas (RCA) of Ukraine was first determined. The cohort of persons born in 1968–1986, who lived in RCA during 1986–2011, has potentially lost 82.3 thousand years in life for 26 years. Men's subculture accounts for 72.4 % of losses. The average mortality rate for 1986–2011 in the cohort of RZT was  $(2.26 \pm 0.37) \text{‰}$ , in Ukraine –  $(1.74 \pm 0.74) \text{‰}$ . At RCA there was a significant increase in mortality rates compared with the rest of the population and men compared to women. In premature mortality, the leading place is occupied by exogenous causes (50.4 %), somatic pathology (43.1 %), and symptoms (6.55 %) and unclear conditions (65.5 %); 78.35 % are endogenous causes of death of male subcorticals (diseases of the circulatory system, digestive organs, symptoms, signs and unclear conditions, mental disorders and diseases of the nervous system, neoplasms, 71.52 % of women: neoplasms, diseases of the circulatory system, digestive organs, some infectious and parasitic diseases, respiratory diseases. The results of the analysis indicate that there is a serious problem of increased mortality in young people (under 45 years of age) living with RCA. The studies confirmed the hypothesis of the presence of variation in mortality depending on RCA born generations.

As a result of the long-term, for the period up to 2015, monitoring of the dynamics of malignant neoplasms of the victims of the Chernobyl accident, it was established that the indicators of the total cancer incidence exceed the national level only in the clean-up workers group 1986-1987 (standardized ratio of the disease (SIR) = 106.8 %, 95 % confidence interval (CI): 104.9–108.7). In further analysis, the excess of the expected level of thyroid cancer incidence was registered among clean-up workers – 4.3 times, evacuated – 3.9 times, residents of contaminated territories – 1.3 times. The level of morbidity in lymphoma and leukemia in the clean-up workers and evacuated exceeds the national level by 1.4 times, but it does not have a significant excess, the incidence rate of women – clean-up workers for breast cancer is 1.5 times higher than the expected level (for residents of contaminated territories and evacuated such growth not detected).

In the dynamics of post-accidental changes in the level and structure of non-tumor morbidity of clean-

них виділяються три основних періоди: період ранніх післяаварійних ефектів (перших 6 років з моменту аварії) – психічні, поведінкові розлади, розлади ЦНС і вегетативної нервової системи, гіпертензії, тиреоїдити, гіпотиреозу; віддалені непухлинні ефекти (період 12–21 рік з моменту аварії) – зростання рівня захворюваності на хронічних захворювань системи кровообігу, органів дихання, травлення, кістково-м'язової і сечостатевої систем; у пізній період спостереження встановлено зниження рівня захворюваності на непухлинні хвороби, особливо в період 27–30 років з моменту аварії.

В післяаварійний період встановлено суттєве зростання інвалідності досліджуваних контингентів від непухлинних захворювань. Пік інвалідності спостерігався в період 27–30 років після аварії, її рівень становив: в УЛНА – 250 %; евакуйованих – 281 %. У структурі причин інвалідності у всіх контингентів досліджуваних основними є хвороби СК, органи дихання, травлення, нервової, ендокринної, сечостатевої і кістково-м'язової систем.

Вивчення складових якості життя і факторів, що впливають на формування здоров'я населення зони спостереження атомної електростанції показало, що рівень задоволеності сферами життя (добробут, довкілля, безпека та соціальний захист) серед міського населення зони спостереження достовірно вищий порівняно з сільським. Узагальнюючий показник стану соціального здоров'я населення зони спостереження відповідає аналогічному населення України, але відрізняється ієрархією негативних складових, що його формують. Визначено кореляційні зв'язки між показниками фізичного, психічного здоров'я і чинниками, що характеризують якість життя населення зони спостереження, що свідчить про провідну роль чинників якості життя у формуванні здоров'я в умовах сьогодення.

Проблема реконструкції індивідуалізованих доз внутрішнього та зовнішнього опромінення мешканців радіоактивно забруднених територій надзвичайно важлива, оскільки обмеженість дозових оцінок перешкоджає проведенню епідеміологічних і клінічних досліджень. Для реконструкції індивідуалізованих доз внутрішнього та зовнішнього опромінення мешканців Коростенського району, які зареєстровані у Державному реєстрі України (ДРУ), виконано детальний аналіз і ревізію інформації щодо радіоекологічного та дозиметричного моніторингу. На підставі цих даних розроблено еколого-

up workers and evacuated there are three main periods: the period of early post-accident effects (the first 6 years after the accident) – mental, behavioral disorders, disorders of the central nervous system and vegetative nervous system, hypertension, thyroiditis, hypothyroidism; distant non-tumor effects (12–21 years after the accident) – increase in the incidence of chronic diseases of the circulatory system, respiratory organs, digestion, musculoskeletal and urogenital systems; in the late observation period, a reduction in the incidence of non-tumor diseases, especially during the period of 27–30 years since the accident, has been established.

In the post-accident period, a significant increase in the disability of the contingents under investigation from non-tumor diseases was established. Peak of disability was observed in the period of 27–30 years after the accident, its level was: in clean-up workers – 250 %; evacuated – 281 %. In the structure of the causes of disability in all contingents studied, the main diseases are SC, respiratory, digestive, nervous, endocrine, genitourinary and bone and muscular systems.

The study of the components of quality of life and the factors influencing the formation of the population's health in the observation zone of the nuclear power plant showed that the level of satisfaction with the spheres of life (welfare, environment, security and social protection) among the urban population of the surveillance zone is significantly higher than rural. The general indicator of the state of social health of the population of the Armed Forces corresponds to the same population of Ukraine, but differs in the hierarchy of the negative components that it forms. The correlation between physical and mental health indicators and factors that characterize the quality of life of the population of the surveillance zone are determined, which testifies to the leading role of the factors of quality of life in the formation of health in today's conditions.

The problem of the reconstruction of individualized doses of internal and external exposure of inhabitants of radioactively contaminated territories is extremely important, since the limited dose assessments impede the conduct of epidemiological and clinical studies. A detailed analysis and revision of information on radioecological and dosimetric monitoring was performed for the reconstruction of individualized doses of internal and external radiation of residents of Korostensky District, registered in the State Register of Ukraine (SRU). Based on these data, an ecological and dosimetric model for the reconstruction of indi-

дозиметричну модель реконструкції індивідуалізованих доз опромінення суб'єктів Державного реєстру України (ДРУ) Коростенського району. Виконано тестовий розрахунок доз опромінення для жителів 113 населених пунктів Коростенського району та м. Коростень. Середня доза, накопичена за 30 років після аварії на ЧАЕС для жителів сільських НП Коростенського району оцінена на рівні 19,8 мЗв, а для жителів м. Коростень – 20,9 мЗв.

Удосконалено також методологію реконструкції індивідуалізованих доз внутрішнього опромінення суб'єктів ДРУ 9 районів України. Удосконалення проводилось за трьома напрямками: узагальнення моделей індивідуалізації доз, які можуть бути застосовані для регіонів України, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, і у яких проводився еколого-дозиметричний моніторинг у післяаварійні роки; збільшення періоду пролонгації реконструкції доз до 2016 р.; уточнення параметрів моделей реконструкції доз з урахуванням верифікованої бази даних вимірів з допомогою лічильників випромінювання людини (ЛВЛ).

Збір інформації про ЛВЛ-вимірювання, виконані в перші роки після Чорнобильської катастрофи, критично важливий для всієї подальшої роботи з оцінки доз опромінення і епідеміологічних досліджень. У 2017 р. 32 385 записів результатів ЛВЛ-вимірювань 1990–1991 рр., що містились на старих паперових носіях, було розпізнано, внесено до електронної бази даних і таким чином збережено та введено в науковий обіг. Оцінка якості вимірювань показала, що 99,1 % від усіх цих результатів є «високоякісними», до другої групи «якісні» віднесено 0,3 %, до третьої групи – «мало якісні» – 0,6 %.

Визначено, що вміст  $^{137}\text{Cs}$  у переважній більшості проб молока, зібраних в особистих господарствах обстежених населених пунктів Рівненської області, перевищує допустимий рівень  $100 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$  (до 4 разів), у травні у 1,3–1,7 раза більший, ніж у жовтневих пробах. У жодній пробі картоплі вміст  $^{137}\text{Cs}$  не перевищив допустимий рівень  $60 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Вміст  $^{90}\text{Sr}$  у переважній більшості проб молока та у 100 % проб картоплі нижче чутливості методу ( $1 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ ). Найбільш забрудненими радіонуклідами продуктами є лісові продукти, насамперед гриби, особливо, сушені. Вміст інкорпорованого  $^{137}\text{Cs}$  в пробах сушених грибів, як і в минулі роки, значно перевищує допустимі рівні.

Проаналізовано міжнародний досвід у галузі моніторингу населення при радіаційних аваріях. Розглянуто методи ідентифікації радіонуклідів у

vidual radiation doses of the subjects of the State Register of Ukraine (DRO) of the Korosten region was developed. A test dose calculation for residents of 113 settlements of Korostensky district and Korosten city was performed. The average dose accumulated over 30 years after the Chernobyl accident in the village of NP of Korostensky rayon is estimated at 19.8 mSv, and for residents of Korosten – 20.9 mSv.

The methodology for the reconstruction of individualized doses of internal radiation of subjects of the SRUs of 9 districts of Ukraine has also been improved. The improvement was carried out in three directions: the generalization of models of individualization of doses, which can be applied to the regions of Ukraine, affected as a result of the Chernobyl accident, and which carried out ecological and dosimetric monitoring in post-accident years; an increase in the period of prolongation of reconstruction of doses up to 2016; refinement of parameters of models of reconstruction of doses taking into account the verified database of measurements using the whole-body counters (WBC).

The collection of information on WBC measurements performed in the first years after the Chernobyl catastrophe is critically important for all further work on the assessment of radiation doses and epidemiological studies. In 2017, 32,385 records of the results of HLL measurements 1990–1991 contained on old paper carriers were identified, entered into an electronic database and thus saved and put into scientific circulation. The assessment of the quality of measurements showed that 99.1 % of all these results were «high quality», 0.3 % were attributed to the second group «qualitative», to 0.6 % of the «poor quality» group.

It was determined that the content of  $^{137}\text{Cs}$  in the vast majority of milk samples collected in individual farms of the surveyed settlements of Rivne region exceeds the permissible level of  $100 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$  (up to 4 times), in May it is 1.3–1.7 times higher than in October's tests. In no potato sample, the content of  $^{137}\text{Cs}$  did not exceed the permissible level of  $60 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ . The  $^{90}\text{Sr}$  content in the vast majority of milk samples and 100 % potato samples was lower than the sensitivity of the method ( $1 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). The most polluted radionuclide products are forest products, especially mushrooms, especially dried. The content of incorporated  $^{137}\text{Cs}$  in samples of dried mushrooms, as in previous years, significantly exceeds the permissible levels.

The international experience in the field of monitoring of the population in radiation accidents has been analyzed. The methods of identification of radionu-



зовнішньому забрудненні і виявлення внутрішньої контамінації радіонуклідів. Проведено аналіз можливості застосування обладнання, яке може бути наявне у медичних закладах, для детектування і кількісної оцінки радіонуклідів при радіаційних аваріях. Розглянуто методи скринінгу осіб для визначення доцільності втручання з використанням декорпорантів.

#### **Основні досягнення при виконанні наукових частин державних цільових програм у 2017 році**

Визначено потреби в проведенні індивідуального дозиметричного контролю персоналу категорії А в Україні, а також розроблено вимоги до служб індивідуального дозиметричного контролю щодо реєстрації, зберігання та обміну даними про дози професійного опромінення, уніфіковані з європейськими та міжнародними вимогами. При оцінці необхідних обсягів індивідуального дозиметричного контролю професійного опромінення необхідно керуватись не лише імперативними вимогами (НРБУ-97 чи Директиви Євратом 2013/59), що визначають мінімальний обов'язковий контроль при перевищенні відповідного рівня річних доз (10 мЗв чи 6 мЗв на рік, відповідно), але й іншими міркуваннями – оцінка «витрати–користь», наявність інших запобіжних бар'єрів, загальний рівень культури безпеки тощо. Пропонується впровадити суцільний індивідуальний дозиметричний контроль персоналу категорії А (включно з медичним персоналом у стоматології). Очікується, що такому контролю в масштабах України підлягатимуть до 60 тис. осіб.

#### **Основні досягнення при виконанні НДР на замовлення Державного спеціалізованого підприємства «Чорнобильська АЕС» у 2017 році**

Розроблено та впроваджено уніфіковану, взаємопов'язану за своїми складовими систему медичного і біофізичного контролю, що може використовуватися при медичному та дозиметричному забезпеченні персоналу працівників ядерно-паливного комплексу, особливо на етапах зняття ядерних об'єктів з експлуатації або післяаварійних заходів. Впродовж 2015–2017 рр. проведено медичний і біофізичний контроль 14 792 робітників підрядних організацій для забезпечення виконання радіаційно-небезпечних робіт у локальній зоні об'єкту «Укриття» ДСП ЧАЕС.

Показано, що для забезпечення надійного контролю змін стану здоров'я бажано проводити надалі огляди персоналу підрядних організацій, залучених до робіт з перетворення об'єкту «Укриття» в екологічно

slides in external contamination and detection of internal contamination of radionuclides are considered. An analysis was made of the possibility of using equipment that may be available in medical institutions for the detection and quantification of radionuclides in radiation accidents. The methods of screening individuals to determine the appropriateness of intervention using decorporation are considered.

#### **Principal achievements in the implementation of scientific parts of the state target programs in 2017**

The requirements for conducting individual dosimetric control of category «A» personnel in Ukraine have been determined, as well as requirements for individual dosimetric control services for registration, storage and exchange of data on occupational exposure doses, unified with European and international requirements. When assessing the required volumes of individual dosimetric control of occupational exposure, it is necessary to be guided not only by imperative requirements (NRBU-97 or the EuroAtome Directive 2013/59), which determine the minimum obligatory control when exceeding the corresponding level of annual doses (10 mSv or 6 mSv per year, respectively), but also other considerations – the assessment of «cost–benefit», the availability of other safety barriers, the overall level of security culture, etc. It is proposed to introduce continuous individual dosimetric control of category A staff (including medical staff in dentistry). It is expected that such a control in the scale of Ukraine will be subject to up to 60 thousand people.

#### **Principal achievements in carrying out the research work on the order of the State specialized enterprise «Chornobyl NPP» in 2017**

An unified, interconnected system of medical and biophysical control, which can be used with medical and dosimetric staff provided by the nuclear fuel personnel, is developed and implemented, especially at the stage of decommissioning of nuclear facilities or after-accident measures. During 2015–2017, medical and biophysical control of 14,792 workers of subcontractors was carried out to ensure the implementation of radiation-hazardous works in the local area of the Shelter Object of the Chornobyl NPP.

It is shown being preferable to conduct further check-ups of the personnel of contracting organizations involved in the work on transforming the Shelter object into an environmentally safe system

безпечну систему, через 5, 9, 14, 20 і 25 років після завершення робіт.

### НАУКОВО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ТА МЕТОДИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ

У 2017 році подано 3 заявки на видачу охоронних документів, отримано 5 патентів на корисну модель та 1 на винахід. Запропоновано до «Інформаційного бюлетеня НАМН» 2017 р. 9 нововведень. Створено 2 нові технології.

*Видавнича діяльність.* За результатами наукових досліджень у 2017 році у ННЦРМ підготовлено до видання і видано 2 монографії, 1 збірник наукових праць. Підготовлено і опубліковано 1 методичні рекомендації та 6 інформаційних листів (електронні видання). У 2017 році науковці ННЦРМ опублікували у наукових фахових журналах 56 статей (вітчизняних – 39, зарубіжних – 17); у збірниках наукових праць – 103 статті (вітчизняних – 91, зарубіжних – 12); тез доповідей – 78 (в Україні – 51, за кордоном – 27). Всього наукових публікацій 237: 184 у вітчизняних виданнях та 53 – у закордонних; 86 статей опубліковано у 34 журналах та збірниках наукових праць, які входять до міжнародних реферативних і наукометричних баз даних.

Співробітники ННЦРМ є членами редколегій та активними учасниками наукових медичних видань – «Проблеми радіаційної медицини та радіобіології», який включений у бібліографічні та наукометричні бази даних PubMed/MEDLINE, SCOPUS, INIS, Ulrichs та «Україніка наукова», «Гематологія і трансфузіологія», «Цитологія і генетика», «Український медичний часопис», «Український журнал гематології та трансфузіології», Indian Journal of Radiation Research і науково-практичних журналів – «НМТ», «Офтальмологія».

*Підготовка кадрів.* В ННЦРМ загальна кількість штатних співробітників на 31.12.2017 р. становила 1081 співробітників; з них за розділом «наука» – 194. Наукових співробітників всього 127; з них докторів наук – 29; кандидатів наук – 60; професорів – 17; академіків НАМН України – 2, член-кореспондент НАМН України – 1. Заслужених діячів науки і техніки України – 9, заслужених лікарів – 4, заслужених працівників охорони здоров'я України – 1. В клініці та поліклініці 102 лікарів мають вищу категорію, 18 – першу, 12 – другу, 14 – науковий ступінь кандидата наук.

На початку 2017 року в аспірантурі ННЦРМ всього навчалася 12 осіб, у тому числі 8 – з відривом від виробництва та 4 – без відриву від виробництва.

5, 9, 14, 20 and 25 years after completion of works to ensure a reliable control of changes of health.

### SCIENTIFIC/ORGANIZATIONAL AND METHODOLOGICAL ACTIVITIES

3 applications for the grant of protection were filed in 2017. 5 patents for utility model and one copyright certificate were received. 2 innovations were proposed to the registry of NAMS of Ukraine. 2 new technologies were created and registered.

*Publishing activities.* Two monographs and one Collection of scientific works were published in 2017 according to the results of research conducted in 2017. 1 methodological recommendations and 6 informative letters (electronic publication) have been prepared and published. In 2017, the scientists of the NRCRM published 56 scientific papers in the scientific journals (39 domestic, 17 foreign); 103 papers in the collections of scientific works (91 domestic, 12 foreign); 78 abstracts (51 in Ukraine, 27 abroad). There are 237 scientific publications in total, of which 184 in domestic editions and 53 – in foreign ones; 86 articles published in 34 journals and collections of scientific works, which are included in international abstract and scientometric databases.

The staff of the NRCRM are members of the editorial boards and active members of the scientific medical editions – «Problems of radiation medicine and radiobiology», which is included in bibliographic and science-databases PubMed / MEDLINE, SCOPUS, INIS, Ulrichs and «Ukrainika Science», «Hematology and Transfusiology», «Cytology and Genetics», «Ukrainian Medical Journal», «Ukrainian Journal of Hematology and Transfusiology», Indian Journal of Radiation Research and scientific and practical journals – «NMT», «Ophthalmology».

*Staff training.* There are 1,081 fulltime employees at the NRCRM accounted on 31.12.2017, of which 200 ones in section «science». Research staff is 127 workers (29 doctors of sciences, 60 candidates of sciences, 17 professors, 2 academician of NAMS of Ukraine and 1 corresponding members of NAMS of Ukraine). There are 9 Honored workers of science and engineering of Ukraine, 2 Honored doctors, 1 Honored healthcare worker of Ukraine. The 102 physicians have the supreme professional category, 18 – the 1<sup>st</sup>, and 12 – the 2<sup>nd</sup> category; there are 14 candidates of sciences among them.

Twelve postgraduate students studied at the NRCRM at the beginning of 2017 (8 at a block release, 4 without a block release).

Лікувально-діагностичну та профілактичну діяльність ННЦРМ забезпечує клініка в складі стаціонару на 534 ліжка і двох поліклінік: радіаційного реєстру та консультативної допомоги для дорослих і дітей (950 відвідувань на день). У 2017 році амбулаторну медичну допомогу отримали 13 611 амбулаторних пацієнтів – дорослих і дітей. За програмою клініко-епідеміологічного реєстру диспансеризацію проведено 7348 пацієнтам (54,0 % від загальної кількості амбулаторних пацієнтів), з них 3902 дорослих пацієнти (53,1 %) та 3446 дітей (46,9 %). Всього в стаціонарних відділеннях клініки проліковано 9527 пацієнтів, з них у відділеннях для дорослих – 8153 пацієнти (85,6 %) та у відділеннях для дітей – 1374 пацієнти (14,4 %).

Прийнято 1282 (13,45 %) осіб з інвалідністю (з них 56 дітей), у яких захворювання пов'язано з впливом факторів аварії на ЧАЕС.

План ліжко-днів у 2017 році – 149 520. Відсоток виконання плану ліжко-днів – 97,4 %.

Центральною Міжвідомчою експертною комісією МОЗ України з встановлення причинного зв'язку захворювань і причин смерті з впливом наслідків аварії на ЧАЕС впродовж 2017 року проведена медична експертиза 4559 справ постраждалих. Проведено 2 семінари для активістів чорнобильських громадських організацій стосовно віддалених наслідків аварії на Чорнобильській АЕС і актуальних питань встановлення зв'язку захворювань з впливом наслідків Чорнобильської катастрофи.

Надана консультативна допомога 20 учасникам та інвалідам Другої світової війни.

Надана консультативна допомога 37 пацієнтам-учасникам АТО, 128 переселенцям із зони АТО, а також 619 дітям-переселенцям із зони АТО та дітям учасників АТО.

В рамках міжнародного науково-технічного співробітництва у 2017 році виконувалось 3 спільні наукові теми, проведено 6 міжнародних наукових форумів, оформлено 13 відряджень науковців і делегацій науковців ННЦРМ за кордон, прийнято 20 іноземних фахівців у ННЦРМ.

Генерального директора ННЦРМ, академіка НАМН України, доктораря медичних наук, професора Д.А. Базику відзначено Міжнародною премією миру імені доктора Нагаї (Японія) за дослідження ефектів дії іонізуючої радіації та лікування постраждалих.

The medical-diagnostic and preventive activities of the NRCRM are provided by the clinic (inpatient department that have 534 beds), and two clinics of the radiation registry and advisory services for adults and children (950 visits per day). 13,611 ambulatory patients – adults and children – received ambulatory care in 2017. According to the program of CER the 7,348 patients i. e. 54.0 % of all outpatients were involved in preventive medical examination including 3,902 adults (53.7 %) and 3,446 children (46.9 %). In total 9,527 patients were treated in the inpatient departments of the clinic, of which 8153 (85.6 %) in departments for adults and 1,374 (14.4 %) in pediatric departments.

1282 (13.45%) disabled patients (56 children among them) that have diseases related to the influence of the Chernobyl accident were admitted.

The bed-days plan in 2017 is 149520. The percentage of the bed-days plan is 97.4%.

4,559 medical cases of illness, disability and death causes of the affected population due to the impact of the Chernobyl accident were examined in 2017 by the Central interdepartmental expert commission of MOH Ukraine. Five seminars were held for the activists of non-governmental Chernobyl organizations regarding the remote consequences of the Chernobyl accident and relevant issues related to the establishment of a connection between diseases and consequences of the Chernobyl disaster.

Advisory assistance was provided to 20 participants of the Second World War.

Advisory assistance was provided to 37 ATO patients, 128 migrants from the ATO zone, as well as 619 migrant children from the ATO area and children of ATO participants.

In the framework of *international scientific and technical cooperation* in 2017, 3 joint scientific topics were carried out, 6 international scientific forums were organized, 13 trips of scientists and scientific delegations abroad were made, 20 foreign specialists were recruited at the NRCRM.

Director General of NRCRM, academician NAMS of Ukraine, Dr. Med. Sciences, professor D.A. Bazyka was awarded the International Peace Prize named of Dr. Nagai (Japan) for studying the effects of ionizing radiation and treatment of the survivors.