

**Учредитель**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia

Центр сотрудничает со Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ)

**Журнал зарегистрирован**

Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-27744 от 30.03.2007 г.

**Индекс для подписки**

в агентстве «Роспечать» **80641**

Рефераты статей представлены на сайтах Научной электронной библиотеки <http://www.elibrary.ru> и ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России <http://www.nrcerm.ru>

**Импакт-фактор (2015) 0,500**

Компьютерная верстка С.И. Рожкова, В.И. Евдокимов. Корректор Л.Н. Агапова. Перевод Н.А. Мухина

Отпечатано в РИЦ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 198107, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149.

Подписано в печать 15.03.2016 г. Формат 60x90 1/8. Усл. печ. л. 15,0. Тираж 1000 экз.

**Адрес редакции:**

194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 4/2, ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова, редакция журнала, тел.: (812) 702-63-47, факс: (812) 702-63-63, <http://www.nrcerm.ru> e-mail: 9334616@mail.ru; rio@nrcerm.ru

**ISSN 1995-4441** (print)

**ISSN 2541-7487** (online)

**СОДЕРЖАНИЕ**

**30-ЛЕТИЮ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС ПОСВЯЩАЕТСЯ**

**Медицинские проблемы**

*Александрин С. С., Рыбников В. Ю.* Опыт работы Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России по диагностике, лечению и реабилитации участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и граждан, проживавших на радиоактивно загрязненных территориях. . . . . 5

*Гладких П. Ф.* К истории ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС . . . . . 9

*Бацков С. С., Инжеваткин Д. И., Пронина Г. А.* Хронический неалкогольный стеатопанкреатит как продвинутая стадия течения неалкогольной жировой болезни поджелудочной железы у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС . . . . 15

*Шамрей В. К., Чистякова Е. И., Матыцина Е. Н., Нечипоренко В. В., Рудой И. С.* Радиационная психосоматическая болезнь у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС . . . . 21

*Легеза В. И., Резник В. М., Пимбурский В. Ф.* К вопросу об особенностях многолетней динамики уровня болезней системы кровообращения у военнослужащих – ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС . . . . . 34

**Биологические проблемы**

*Зыбина Н. Н., Тихомирова О. В., Бобко О. В., Фролова М. Ю.* Маркеры метаболического синдрома у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС с дисциркуляторной энцефалопатией . . . 41

*Попов В. И., Клепиков О. В., Кузмичёв М. К.* К 30-летию катастрофы на Чернобыльской АЭС: оценка последствий радиоактивного загрязнения и современной радиационной обстановки на территории Воронежской области . . . . . 48

*Родионов Г. Г., Ушал И. Э., Колобова Е. А., Светкина Е. В., Павлова Е. И.* Состояние микробиоты кишечника у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС . . . . . 56

*Алхутова Н. А., Ковязина Н. А., Зыбина Н. Н.* Анализ гормональных изменений, влияющих на ускорение темпов старения участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС через 18 и 28 лет . . . . . 64

*Ушаков И. Б., Федоров В. П., Гундарова О. П., Сгибнева Н. В., Маслов Н. В., Федоров Н. В.* Нейроморфологические корреляты малых радиационных воздействий . . . . . 71

*Ярцева А. А., Антушевич А. Е., Гребенюк А. Н.* Экспериментальное изучение механизмов гемостимулирующей активности органической соли дисульфида глутатиона и инозина в условиях острого радиационного воздействия . . . . . 79

## Социально-психологические проблемы

- Марченко Т. А., Мельницкая Т. Б., Белых Т. В. Мониторинг культуры безопасности жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях и порядок проведения мероприятий по ее формированию. . . . . 85
- Бобрищев А. А. Взаимосвязь уровня субъективного контроля со стресс-преодолевающим поведением сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России с различным уровнем адаптированности. . . . . 92

### Главный редактор

Александрин Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России

### Редакционная коллегия

- Рыбников Виктор Юрьевич (зам. гл. редактора) – д-р мед. наук, д-р психол. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);
- Евдокимов Владимир Иванович (науч. редактор) – д-р мед. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);
- Змановская Елена Валерьевна – д-р психол. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);
- Зыбина Наталья Николаевна – д-р биол. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);
- Калинина Наталья Михайловна – д-р мед. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);
- Мухина Наталия Александровна – канд. мед. наук доц., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);
- Хирманов Владимир Николаевич – д-р мед. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);
- Шабанов Петр Дмитриевич – д-р мед. наук проф., Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия);
- Шантырь Игорь Игнатьевич – д-р мед. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия)

### Редакционный совет

- Аклеев Александр Васильевич – д-р мед. наук проф., Уральский научно-практический центр радиационной медицины (г. Челябинск, Россия);
- Артамонов Владимир Сергеевич – д-р воен. наук, д-р техн. наук проф., Центральный аппарат МЧС России (Москва, Россия);
- Гончаров Сергей Федорович – д-р мед. наук проф., академ. РАН, Всероссийский центр медицины катастроф «Защита» (Москва, Россия);

Шленков А. В. Возможности метода арт-терапии при оказании психологической помощи детям, пережившим чрезвычайные ситуации. . . . . 98

## Науковедение. Подготовка и развитие научных исследований

Евдокимов В. И. Развитие исследований по медико-биологическим и психологическим проблемам ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС (2005—2015 гг.). . . . . 108

- Грановская Рада Михайловна – д-р психол. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);
- Дейкало Валерий Петрович – д-р мед. наук проф., Витебский государственный орден «Дружбы народов» медицинский университет (г. Витебск, Беларусь);
- Ермаков Павел Николаевич – д-р биол. наук проф., академ. РАО, Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону, Россия);
- Ильин Леонид Андреевич – д-р мед. наук проф., академ. РАН, Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна (Москва, Россия);
- Марченко Татьяна Андреевна – д-р мед. наук проф., Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (Москва, Россия);
- Попов Валерий Иванович – д-р мед. наук проф., Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко (г. Воронеж, Россия);
- Решетников Михаил Михайлович – д-р психол. наук проф., Восточно-Европейский институт психоанализа (Санкт-Петербург, Россия);
- Рожко Александр Валентинович – д-р мед. наук проф., Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека (г. Гомель, Беларусь);
- Ушаков Игорь Борисович – д-р мед. наук проф., академ. РАН, Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна (Москва, Россия);
- Хрусталева Нелли Сергеевна – д-р психол. наук проф., Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия);
- Черешнев Валерий Александрович – д-р мед. наук проф., академ. РАН, Институт иммунологии и физиологии (г. Екатеринбург, Россия);
- Шойгу Юлия Сергеевна – канд. психол. наук доц., Центр экстренной психологической помощи МЧС России (Москва, Россия);
- Hetzer Roland – д-р мед. наук проф., Немецкий сердечный центр (г. Берлин, ФРГ);
- Veу Tareg – д-р мед. наук проф., Департамент гражданской защиты (г. Ориндж, США);
- Bernini-Carri Enrico – д-р мед. наук проф., Департамент гражданской обороны (г. Модена, Италия)
- © Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, 2016 г.

Решением Минобрнауки России от 01.12.2015 г. № 13-6518 журнал включен в состав Перечня рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук по группам специальностей: 05.26.00 «Безопасность деятельности человека», 14.01.00 «Клиническая медицина», 14.02.00 «Профилактическая медицина», 14.03.00 «Медико-биологические науки», 19.00.00 «Психологические науки»

**Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях**

**Founder**

The Federal State Budgetary Institute «The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine», The Ministry of Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (NRCERM, EMERCOM of Russia)

World Health Organization Collaborating Center

**Journal Registration**

Russian Federal Surveillance Service for Compliance with the Law in Mass Communications and Cultural Heritage Protection. Registration certificate ПИ № ФС77-27744 of 30.03.2007.

**Subscribing index**

in the «Rospechat» agency: **80641**

Abstracts of the articles are presented on the website of the Online Research Library: <http://www.elibrary.ru>, and the full-text electronic version of the journal – on the official website of the NRCERM, EMERCOM of Russia: <http://www.nrcerm.ru>

**Impact factor (2015) 0.500**

Computer makeup S.I. Rozhkova, V.I. Evdokimov. Proofreading L.N. Agapova. Translation N.A. Muhina

Printed in the St. Petersburg University State Fire-Fighting Service, EMERCOM of Russia.

Approved for press 15.03.2016. Format 60x90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Conventional sheets 15.0. No. of printed copies 1000.

**Address of the Editorial Office:**

Academica Lebedeva Str., 4/2, St.Petersburg, 194044. NRCERM. EMERCOM of Russia, Tel. (812) 541-85-65, fax (812) 541-88-05, <http://www.nrcerm.ru>; e-mail: 9334616@mail.ru; rio@nrcerm.ru

**ISSN 1995-4441** (print)

**ISSN 2541-7487** (online)

**CONTENTS**

**30<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF THE ACCIDENT  
AT THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER STATION**

**Medical Issues**

- Aleksanin S.S., Rybnikov V.Yu.* Experience of the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, Emercom of Russia in the diagnosis, treatment and rehabilitation of liquidators of the Chernobyl accident and residents of the contaminated areas . . . 5
- Gladkikh P.F.* About the history of elimination of the Chernobyl aftermath. . 9
- Batskov S.S., Inzhevatin D.I., Pronina G.A.* Chronic nonalcoholic statopancreatitis as an advanced stage of the nonalcoholic fatty disease of the pancreas in liquidators of Chernobyl NPP accident. . . . 15
- Shamrej V.K., Chistyakova E.I., Matycina E.N., Nechiporenko V.V., Rudoj I.S.* Radiation psychosomatic illness in liquidators of Chernobyl NPP disaster. . . . . 21
- Legeza V.I., Reznik V.M., G.G., Pimburskiy V.F.* About cardiovascular disease rates over years in military liquidators of Chernobyl aftermath. . 34

**Biological Issues**

- Zybina N.N., Tikhomirova O.V., Bobko O.V., Frolova M.Yu.* Metabolic syndrome markers in Chernobyl accident recovery workers with chronic cerebrovascular disease. . . . . 41
- Popov V.I., Klepikov O.V., Kuzmichev M.K.* On the 30-th anniversary of the Chernobyl accident: assessment of the impact of radioactive contamination and current radiation situation in the Voronezh region . . 48
- Rodionov G.G., Ushal I.E., Kolobova E.A., Svetkina E.V., Pavlova E.I.* Status of intestinal microbiota in liquidators of the Chernobyl accident aftermath . . . . . 56
- Alhutova N.A., Kovyazina N.A., Zybina N.N.* Analysis of hormonal changes that contribute to accelerated aging of Chernobyl accident consequences liquidators after 18 and 28 years . . . . . 64
- Ushakov I.B., Fedorov V.P., Gundarova O.P., Sgibneva N.V., Maslov N.V., Fedorov N.V.* Neuromorphological correlates of low-dose radiation effects . . . . . 71
- Yartseva A.A., Antushevich A.E., Grebenyuk A.N.* Experimental study of glutathione disulfide organic salt and inosine hemostimulating activity mechanisms in conditions of acute radiation exposure . . . . . 79

**Social and Psychological Issues**

- Marchenko T.A., Mel'nickaja T.B., Belykh T.V.* Monitoring of the safety culture of the population in the contaminated areas and the procedure for its formation . . . . . 85
- Bobrishchev A.A.* Relationship between level of subjective control and stress-coping behavior in employees of EMERCOM of Russia with different levels of adaptation . . . . . 92
- Shlenkov A.V.* Art therapy capabilities in psychological assistance to children exposed to emergencies. . . . . 98

**Science of Science. Organization and Conduct  
of Research Studies**

- Evdokimov V.I.* Development of research on medical, biological and psychological problems in liquidators of aftermath of the Chernobyl Nuclear Power Plant accident (2005–2015) . . . . . 108

### Editor-in-Chief

Sergei S. Aleksanin – Dr. Med. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia)

### Editorial Board

Viktor Yu. Rybnikov (Deputy Editor-in-Chief) – Dr. Med. Sci., Dr. Psychol. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Vladimir I. Evdokimov (Science Editor) – Dr. Med. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Elena V. Zmanovskaya – Dr. Psychol. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Natal'ya N. Zybina – Dr. Biol. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Nataliya M. Kalinina – Dr. Med. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Nataliya A. Mukhina – PhD Med. Sci. Associate Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Vladimir N. Khirmanov – Dr. Med. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Petr D. Shabanov – Dr. Med. Sci. Prof., Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia);

Igor' I. Shantyr' – Dr. Med. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia).

### Members of Editorial Council

Aleksandr V. Kleev – Dr. Med. Sci. Prof., Urals Research Center for Radiation Medicine (Chelyabinsk, Russia);

Vladimir S. Artamonov – Dr. Milit. Sci., Dr. Tech. Sci. Prof., Central Office of EMERCOM of Russia (Moscow, Russia);

Sergei F. Goncharov – Dr. Med. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Sciences, All Russian Centre for Disaster Medicine "Zaschita" (Moscow, Russia);

Rada M. Granovskaya – Dr. Psychol. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Valerii P. Deikalo – Dr. Med. Sci. Prof., Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University (Vitebsk, Belarus);

Pavel N. Ermakov – Dr. Biol. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Education, Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russia);

Leonid A. Il'in – Dr. Med. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Sciences, Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan (Moscow, Russia);

Tat'yana A. Marchenko – Dr. Med. Sci. Prof., All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia (Moscow, Russia);

Valerii I. Popov – Dr. Med. Sci. Prof., Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Voronezh, Russia);

Mikhail M. Reshetnikov – Dr. Psychol. Sci. Prof., East European Institute of Psychoanalysis (St. Petersburg, Russia);

Aleksandr V. Rozhko – Dr. Med. Sci. Prof., Republican Scientific Center for Radiation Medicine and Human Ecology (Gomel, Belarus);

Igor' B. Ushakov – Dr. Med. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Sciences, Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan (Moscow, Russia);

Nelli S. Khrustaleva – Dr. Psychol. Sci. Prof., St. Petersburg University (St. Petersburg, Russia);

Valerii A. Chereshev – Dr. Med. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Sciences, Institute of Immunology and Physiology (Yekaterinburg, Russia);

Yuliya S. Shoigu – PhD Psychol. Sci., Associate Prof., Center of Emergency Psychological Aid, EMERCOM of Russia (Moscow, Russia);

Hetzer Roland – Dr. Med. Sci. Prof., Deutsches Herzzentrum (Berlin, Germany);

Bey Tareg – Dr. Med. Sci. Prof., Civil Defence Department (Orange, California, USA);

Bernini-Carri Enrico – Dr. Med. Sci. Prof., Civil Defence Department (Modena, Italy)

© NRCERM, EMERCOM of Russia, 2016

---

By decision of the Ministry of Education and Science of Russia dated December 01/12/2015 N 13-6518, the journal is included in the List of peer-reviewed scientific journals, where basic results of dissertations on degree-conferring scientific specialties: 05.26.00 "Safety of human activity"; 14.01.00 "Clinical medicine"; 14.02.00 "Preventive medicine"; 03.14.00 "Life sciences"; 19.00.00 "Psychological science" should be published.

## **ОПЫТ РАБОТЫ ВСЕРОССИЙСКОГО ЦЕНТРА ЭКСТРЕННОЙ И РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ ИМ. А. М. НИКИФОРОВА МЧС РОССИИ ПО ДИАГНОСТИКЕ, ЛЕЧЕНИЮ И РЕАБИЛИТАЦИИ УЧАСТНИКОВ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС И ГРАЖДАН, ПРОЖИВАВШИХ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины  
им А. М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Рассматриваются эпидемиологические данные о состоянии здоровья участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, приводятся сведения об опыте работы Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им А. М. Никифорова МЧС России по диагностике, лечению и реабилитации участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и граждан, проживающих (проживавших) на радиоактивно загрязненных территориях. Показано, что только за последние годы (2007–2016 гг.) по программе совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства Россия–Беларусь центр оказал специализированную и высокотехнологичную медицинскую помощь более 5 000 ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС и гражданам, проживающим (проживавшим) на радиоактивно загрязненных территориях России.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, радиобиология, ликвидаторы последствий аварии, заболеваемость, программа Союзного государства.

На территории Российской Федерации сегодня проживают более 1,7 млн граждан, чье здоровье в той или иной степени пострадало от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС). В их число входят участники и инвалиды Чернобыля, дети 1-го и последующих поколений, граждане, постоянно проживающие на зараженных территориях, и эвакуированные, другие категории граждан (всего 14 категорий). В настоящее время в Национальном радиационно-эпидемиологическом регистре (НРЭР) состоят на учете 710 696 человек из числа подвергшихся радиационному воздействию в результате Чернобыльской катастрофы [2].

По данным Северо-Западного филиала НРЭР, за 30 последних лет среднее число заболеваний на 1 ЛПА на ЧАЭС увеличилось с 1,4 до 12,1. Особенностью соматической патологии данной когорты является одновременное поражение нескольких систем, что требует комплексного подхода к диагностике и лечению. Их состояние здоровья характеризуется полипатологией, длительным течением обострений хронических заболеваний, сопровождающихся снижением показателей иммунной системы организма.

В структуре выявленной у ЛПА на ЧАЭС соматической патологии ведущие места занимают болезни системы кровообращения (25%), костно-мышечной системы (18%) и органов пищеварения (14%). Стойкая утрата трудоспособности (инвалидность) установлена более чем у 50% ЛПА на ЧАЭС, т. е. каждый второй из них имеет инвалидность, среди которой преобладает II группа утраты трудоспособности. Наиболее часто в качестве причин инвалидности выступают болезни системы кровообращения (55% случаев) и болезни нервной системы (12%) [1–3].

В последние годы в структуре смертности участников ЛПА на ЧАЭС растет удельный вес болезней системы кровообращения и новообразований. Динамика заболеваемости и первичной инвалидности преимущественно связана с болезнями системы кровообращения, нервной и костно-мышечной систем, органов пищеварения и дыхания [2, 4]. Это определяет необходимость оказания специализированной (терапевтической и хирургической) и высокотехнологичной медицинской помощи ЛПА на ЧАЭС.

В нашем многопрофильном учреждении – Всероссийском центре экстренной и радиа-

Алексанин Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., директор Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); засл. врач России, e-mail: medicine@arcerm.spb.ru;

✉ Рыбников Виктор Юрьевич – д-р мед. наук, д-р психол. наук проф., засл. деят. науки России, зам. директора по науч. и учеб. работе Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: medicine@arcerm.spb.ru.

ционной медицины им А. М. Никифорова МЧС России (далее – Центр), основанном в 1991 г., за время его существования прошли экспертное обследование, диагностическое обследование, лечение и реабилитацию более 30 тыс. лиц, пострадавших от радиационных аварий, преимущественно ЛПА на ЧАЭС из различных субъектов Российской Федерации (в основном Северо-Западного региона).

Основа нашей работы: комплексный мониторинг состояния здоровья, внедрение и использование новых медицинских технологий диагностики, лечения и реабилитации пострадавших в радиационных авариях; тесная связь науки и практики.

На протяжении последних 25 лет сотрудники (а это – большой коллектив врачей, генетиков, биологов, психологов и научных сотрудников) нашего Центра изучают медико-психологические последствия аварии на ЧАЭС; осуществляют мониторинг состояния здоровья, диагностику, лечение и медицинскую реабилитацию ЛПА на ЧАЭС [1–4].

Для мониторинга состояния здоровья пострадавших в аварии на ЧАЭС на базе Центра с 1993 г. функционирует Северо-Западный региональный центр НРЭР с подрегистрами лейкозов, рака щитовидной железы и онкорегистра. По результатам углубленных медицинских обследований ЛПА на ЧАЭС создан и постоянно пополняется научный клинический регистр, который включает данные на 12,5 тыс. человек.

С 1991 г. при Центре функционирует Санкт-Петербургский межведомственный экспертный совет по установлению причинной связи заболеваний, инвалидности и смерти у лиц, подвергшихся радиационному воздействию. За экспертным советом по направлению его деятельности закреплены 22 административные территории Российской Федерации.

За последние 5 лет рассмотрены более 5000 обращений граждан с проведением экспертизы причинной связи заболеваний, инвалидности и смерти с воздействием радиационных факторов, причинная связь с радиационным воздействием установлена у 54 % ЛПА на ЧАЭС или в ядерных испытаниях (54 % от числа экспертных дел с окончательным экспертным решением).

Диагностика, лечение и реабилитация ЛПА на ЧАЭС с 2007 г. осуществляются нашим Центром в рамках «Программы совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства на период до 2016 года» (Россия–Беларусь), утвержденной постаново-

влением Совета Министров Союзного государства от 26.09.2006 г. № 33. В 2007–2010 гг. в рамках этой программы наш Центр оказал специализированную медицинскую помощь 2535 участникам ЛПА на ЧАЭС с различной соматической патологией (кардиологического, неврологического, пульмонологического, эндокринологического, гастроэнтерологического профиля) с использованием передовых медицинских технологий.

Использование передовых медицинских технологий при обследовании позволило провести не только лечение, но и дифференциальную диагностику различной соматической патологии, определить предикторы неблагоприятного сердечно-сосудистого прогноза, выявить наиболее значимые факторы прогрессирования цереброваскулярной патологии [3].

В 2011 г. введена в эксплуатацию новая многопрофильная специализированная клиника № 2 (высокотехнологичной медицинской помощи) на 410 коек (из них 250 – хирургического профиля), что позволяет оказывать ежегодно специализированную и высокотехнологичную медицинскую помощь более чем 15 тыс. человек, в том числе гражданам, подвергшимся радиационному воздействию вследствие аварий и катастроф.

Передовое медицинское оборудование, высококвалифицированный персонал (1889 штатных единиц, из них 54 – доктора наук, более 200 – кандидатов наук) позволяют Центру оказывать специализированную и высокотехнологичную медицинскую помощь по широкому спектру патологии, в том числе ЛПА на ЧАЭС и гражданам, проживающим на радиоактивно загрязненных территориях. Новая многопрофильная клиника, как и весь наш Центр, включая клинику № 1 на 120 коек и поликлинику на 460 посещений в смену, активно включились в выполнение указанной ранее программы Союзного государства.

Что нового мы реализуем в рамках программы совместной деятельности?

Прежде всего, это проведение амбулаторно-поликлинического скрининга. Это диагностические программы: скрининг онкологической патологии желудочно-кишечного тракта, рака щитовидной железы, урологической онкологической патологии, цереброваскулярных нарушений, генетических нарушений, оценка дисбиоза и дисэлементоза, скрининг сосудистых нарушений нижних конечностей, нарушений углеводного обмена.

Эти скрининги позволяют провести раннюю диагностику различных заболеваний

и, прежде всего, онкологической патологии, для формирования «группы риска», дальнейшего мониторинга и стационарного обследования и лечения. Ежегодно более 1000 ЛПА на ЧАЭС и граждан, проживавших (проживающих) на радиоактивно загрязненных территориях, проходят на базе нашего Центра такие скрининговые обследования.

Второй отличительной особенностью деятельности Центра в рамках новой программы Союзного государства является ориентация на оказание не только специализированной медицинской помощи при соматической патологии, но и высокотехнологичных видов медицинской помощи хирургического профиля и медицинской реабилитации с использованием лечебно-диагностической базы новой многопрофильной клиники № 2 (высокотехнологичной медицинской помощи) Центра.

Третьей отличительной особенностью деятельности Центра с 2014 г. является оказание специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи не только ЛПА на ЧАЭС, но и гражданам, проживавшим (проживающим) на радиоактивно загрязненных территориях.

В 2014 г. в рамках программы Россия – Беларусь по заданию МЧС России наш Центр оказал медицинскую помощь 1785 ЛПА на ЧАЭС и гражданам, проживавшим (проживающим) на радиоактивно загрязненных территориях, в том числе:

- специализированную медицинскую помощь в амбулаторно-поликлинических условиях [включая скрининг онкологической патологии, скрининг рака щитовидной железы, скрининг генетических нарушений, оценку дисбиоза и дисэлементоза, углубленное обследование перед госпитализацией на соматические отделения, углубленное обследование (отбор) для оказания высокотехнологичной медицинской помощи, обследование перед проведением оперативного вмешательства по высокотехнологичной медицинской помощи] 1245 пациентам;

- специализированную медицинскую помощь в стационарных условиях 386 пациентам из числа граждан, проживающих (проживавших) на радиоактивно загрязненных территориях России и участников ЛПА на ЧАЭС в Северо-Западном Федеральном округе с различной соматической патологией (сердечно-сосудистого, пульмонологического, гастроэнтерологического, эндокринологического профиля) с использованием передовых медицинских технологий;

- высокотехнологичную медицинскую помощь 109 пациентам; проведена медицинская реабилитация 45 пациентов;

- подготовлены и апробированы единые лечебные и диагностические стандарты для участников ЛПА на Чернобыльской АЭС и жителей радиоактивно загрязненных территорий России и Беларуси при хронической обструктивной болезни легких, ишемической болезни сердца, дисциркуляторной энцефалопатии и хроническом атрофическом гастрите.

В 2015 г. в рамках программы Россия – Беларусь по заказу МЧС России наш Центр оказал медицинскую помощь 1234 ЛПА на ЧАЭС и гражданам, проживающим (проживавшим) на радиоактивно загрязненных территориях России. При этом значительную часть – в стационарных условиях с использованием передового лечебно-диагностического оборудования по самым различным профилям патологии, включая дорогостоящую высокотехнологичную медицинскую помощь (55 пациентов) и раннюю послеоперационную медицинскую реабилитацию.

Так, в 2015 г. специализированная медицинская помощь в амбулаторно-поликлинических условиях оказана 885 пациентам из числа ЛПА на ЧАЭС и граждан, проживающих (проживавших) на радиоактивно загрязненных территориях. Специализированная медицинская помощь при терапевтической и хирургической патологии в стационарных условиях оказана 294 пациентам указанных ранее категорий. Высокотехнологичная медицинская помощь (по профилям – нейрохирургия, травматология и ортопедия, офтальмология, сердечно-сосудистая хирургия, онкология) – 55 пациентам.

В 2015 г. разработаны и апробированы методические рекомендации по лабораторной диагностике микробиологического (микробиоты) статуса методом хроматомасс-спектрометрии у граждан, подвергшихся радиационному воздействию вследствие аварии на ЧАЭС.

Необходимо отметить, что объемы финансирования медицинской помощи крайне малы при высокой потребности ЛПА на ЧАЭС в специализированной и высокотехнологичной видах медицинской помощи. Так, в 2014 г. наш Центр выполнил программные мероприятия по лечению и реабилитации ЛПА на ЧАЭС по бюджету 2013 г. и 2014 г. за 4 мес, в 2015 г. – за 5 мес.

В 2016 г. наш Центр планирует оказать специализированную и высокотехнологичную медицинскую помощь 1175 ЛПА на ЧАЭС и гражданам, проживавшим (проживающим) на радиоактивно загрязненных территориях.

Таким образом, всего за 2014–2016 гг. по «Программе совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства на период до 2016 года» Центр проведет комплексную диагностику и специализированное лечение более 5000 ЛПА на ЧАЭС и граждан, проживавших (проживающих) на радиоактивно загрязненных территориях. Результаты многолетнего наблюдения за состоянием здоровья ЛПА на ЧАЭС обобщены сотрудниками нашего Центра в монографиях, учебных пособиях, методических рекомендациях и циклах лекций.

### Литература

1. 25 лет после Чернобыля: состояние здоровья, патогенетические механизмы, опыт медицинского

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

сопровождения ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции : руководство для врачей / под ред. С. С. Алексанина. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2011. 736 с.

2. Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет [монография] / под общ. ред. В. К. Иванова, А. Д. Каприна. М. : ГЕОС, 2015. 450 с.

3. Мельницкая Т. Б., Рыбников В. Ю., Хавыло А. В. Социально-психологические проблемы жизнедеятельности и стрессовые реакции населения в отдаленном периоде после аварии на Чернобыльской АЭС [монография]. М. : Политехника-сервис, 2015. 148 с.

4. Хирманов В. Н., Тихомирова О. В. Метаболические и гемодинамические механизмы развития заболеваний сердца и мозга у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленном периоде [монография] / под ред. С. С. Алексанина. М. : Политехника-сервис, 2010. 344 с.

## Experience of the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia in the diagnosis, treatment and rehabilitation of liquidators of the Chernobyl accident and residents of the contaminated areas

Aleksanin S. S., Rybnikov V. Yu.

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2)

Sergey Sergeevich Aleksanin – Dr. Med. Sci. Prof., Director, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: medicine@arcerm.spb.ru;

✉ Viktor Yurievich Rybnikov – Dr. Med. Sci., Dr. Psychol. Sci. Prof., Meritorious Scientist of Russia, Deputy Director (Science and Education) of Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: medicine@arcerm.spb.ru.

**Abstract.** We consider the epidemiological data on the health status of participants of liquidation of consequences of the Chernobyl accident, provide information on the experience of the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia in the diagnosis, treatment and rehabilitation of participants of liquidation of consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant and current (former) residents of the contaminated areas. It is shown that in the last few years (2007–2016) within the Russia-Belarus Union State program for joint activities to overcome the consequences of the Chernobyl disaster, the Center provided specialist and high-tech health care for more than 5,000 liquidators of the Chernobyl accident and current (former) residents of the contaminated territories of Russia.

**Keywords:** emergency, the Chernobyl Nuclear Power Plant, radiobiology, the liquidators of the accident, morbidity, the Union State program.

### References

1. 25 лет после Чернобыля: состояние здоровья, патогенетические механизмы. Опыт медицинского сопровождения ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции [25 years after Chernobyl: health, pathogenic mechanisms. The experience of medical support of the liquidators of consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power station]. Sankt-Peterburg. 2011. Pp. 15–55. (In Russ.)

2. Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет [Medical radiological consequences of Chernobyl: the forecast and the actual data after 30 years]. Eds. V.K. Ivanov, A.D. Kaprin. Moskva. 2015. 450 p. (In Russ.)

3. Mel'nitskaya T.B., Rybnikov V.Yu., Khavylo A.V. Sotsial'no-psikhologicheskie problemy zhiznedeyatel'nosti i stressovye reaktcii naseleniya v otdalennom periode posle avarii na Chernobyl'skoi AES [The social and psychological problems of life activity and stress response of the population in the long term after the Chernobyl accident]. Sankt-Peterburg. 2015. 148 p. (In Russ.)

4. Khirmanov V.N., Tikhomirova O.V. Metabolicheskie i gemodinamicheskie mekhanizmy razvitiya zabolevanii serdtsa i mozga u uchastnikov likvidatsii posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES v otdalennom periode [Metabolic and hemodynamic mechanisms of the heart and brain diseases in liquidators of the Chernobyl accident in the remote period]. Sankt-Peterburg. 2010. 344 p. (In Russ.)

Received 04.03.2016

**For citing.** Aleksanin S.S., Rybnikov V.Yu. Opyt raboty Vserossiiskogo tsentra ekstremnoi i radiatsionnoi meditsiny im. A.M. Nikiforova MChS Rossii po diagnostike, lecheniyu i reabilitatsii uchastnikov likvidatsii posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES i grazhdan, prozhivavshikh na radioaktivno zagryaznennykh territoriyakh. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 5–8. (In Russ.)

Aleksanin S.S., Rybnikov V.Yu. Experience of the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia in the diagnosis, treatment and rehabilitation of liquidators of the Chernobyl accident and residents of the contaminated areas. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 5–8. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-5-8

## К ИСТОРИИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова  
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Значительная часть работ по ликвидации тяжелейших последствий аварии на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС, произошедшей 27 апреля 1986 г., была возложена Правительством СССР, прежде всего, на Вооруженные силы страны. Ответственные и принципиально новые задачи, связанные с необходимостью предотвращения медико-биологических последствий радиоактивного загрязнения, пришлось решать Военно-медицинской службе при тесном взаимодействии Центрального военно-медицинского управления Минобороны с Минздравом СССР. В течение нескольких суток из 30-километровой зоны аварии было эвакуировано до 95 тыс. человек населения. В результате удалось предотвратить возникновение острой лучевой болезни у большинства местных жителей. Одновременно военные медики успешно решали задачи по всестороннему медицинскому обеспечению действовавших в районе аварии войск и «ликвидаторов». Только дозиметрическому контролю были подвергнуты более 239 тыс. военнослужащих. Допустимую дозу облучения в 25 бэр получили 99% от их общего числа.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, авария, Чернобыльская АЭС, радиобиология, ликвидация последствий, ликвидатор.

27 апреля 1986 г. случилась одна из крупнейших экологических катастроф XX в. – произошла крупная авария на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС (ЧАЭС). По своему масштабу она не имела себе равных, а отдаленные ее последствия еще многие десятилетия будут оказывать свое отрицательное воздействие на био- и экосферы.

Радиационному загрязнению разной степени подверглись 12 областей России с 12 млн жителями. На зараженной территории дислоцировалось свыше 160 воинских частей с населением военных городков до 30 тыс. человек [с. 37, 3].

Значительная часть работ по ликвидации тяжелейших последствий этой аварии была прежде всего возложена на Вооруженные силы страны. С первых же ее часов на помощь энергетикам пришли военные летчики, химики, инженеры, автомобилисты, дорожники и другие специалисты.

Ответственные и принципиально новые задачи, связанные с необходимостью предотвращения неблагоприятных медико-биологических последствий обширного радиоактивного загрязнения, пришлось решать и медицинской службе.

Военные медики в то время не имели какого-либо опыта по ликвидации реальных последствий аварий подобного характера. Многие из того, что ранее было теоретически разработано в области радиационной защиты, потребовало срочного своего пере-

осмысления. При этом медикам следовало проявить высокую научную компетентность, организованность, инициативу осуществить тесное взаимодействие с органами гражданского здравоохранения и научными центрами страны.

Деятельность медицинской службы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС можно подразделить на ряд этапов. Первый из них был связан с оказанием специализированной помощи пострадавшим. 28 апреля 1986 г. руководство 6-й клинической больницы Москвы, куда были доставлены первые из них, обратилось в Центральное военно-медицинское управление (ЦВМУ) Минобороны СССР с просьбой об экстренном содействии в организации их лечения. В предельно сжатые сроки в больницу была направлена во главе с полковником медицинской службы проф. Е. В. Ермаковым группа военных врачей-преподавателей и слушателей Военно-медицинского факультета при Центральном институте усовершенствования врачей, а также лаборантов-гематологов из центральных госпиталей Минобороны. Изо дня в день в течение месяца боролись военные терапевты вместе со специалистами клинической больницы за жизнь чернобыльцев. При этом особенно отличились вместе с проф. Е. В. Ермаковым сотрудники возглавляемой им кафедры Л. В. Орлов, Ю. К. Григорьев, В. Г. Новоженков, слушатели В. А. Житарь, В. Н. Никоноров, А. Г. Мальгин, А. С. Свержевский, А. Д. Махно [с. 290, 2].

✉ Гладких Павел Федорович – д-р мед. наук проф., засл. работник высш. школы России, Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: gladkih-pavelf@yandex.ru.

Свой вклад в оказание помощи пострадавшим внесла и Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова. Со 2-го дня аварии были командированы в Чернобыль более 170 профессоров и преподавателей, свыше 300 военных врачей и ординаторов. Несколько позже на кафедре военно-полевой терапии, возглавляемой главным радиологом Минобороны СССР проф. Г. И. Алексеевым, была обследована и получила необходимую помощь группа лиц с субклиническими дозами облучения в сочетании с внешним радиоактивным заражением [с. 16, 6].

Взаимодействие ЦВМУ Минобороны СССР и Минздрава СССР наращивалось от этапа к этапу. Если на первом из них это выразилось в организации совместного лечения больных, то в дальнейшем – во взаимном обмене ведущими специалистами-консультантами. Так, в вопросах организации диагностики радиационных поражений, сортировки и лечения больных помощь Минздраву оказывал генерал-майор медицинской службы проф. Е. Е. Гогин, а проф. К. И. Гордеев консультировал ЦВМУ МО по проблемам ядерной физики.

Особенно масштабным подобное взаимодействие было на 2-м этапе – обеспечении безопасности населения, проживавшего в зоне ЧАЭС. В первые же дни для проведения массового обследования эвакуируемого из нее населения была привлечена большая группа военных специалистов – врачей и вспомогательного персонала. Четкость их действий позволила в кратчайшие сроки организовать медицинские осмотры жителей всех населенных пунктов, расположенных в прилегающей к ЧАЭС 30-километровой зоне. Можно с уверенностью утверждать, что проведенные своевременно и качественно они позволили предотвратить возникновение острой лучевой болезни у большинства их жителей. В течение нескольких дней из этой зоны были эвакуированы до 95 тыс. человек, а значительная их часть обследованы военными медиками [с. 35, 1].

Большую организаторскую работу по созданию необходимой группировки сил и средств медицинской службы, направленной в район аварии, выполнили специалисты ЦВМУ Минобороны СССР. Для непосредственного руководства развертыванием и организацией работы медицинских частей и учреждений в чернобыльскую зону вылетали начальник ЦВМУ генерал-полковник медицинской службы Ф. И. Комаров, главные специалисты медицинской службы профессора Е. В. Гембицкий,

Г. И. Алексеев и В. Г. Чвырев. Четкая координация деятельности медицинских частей, учреждений и подразделений обеспечивалась группой в составе генерал-майора медицинской службы Н. А. Крючкова, полковника медицинской службы Ю. В. Аванесова, майора медицинской службы Н. С. Шишкина, которая была развернута непосредственно в Чернобыле и работала круглосуточно [с. 291–292, 2].

Основная ответственность за обследование эвакуируемого населения легла на медицинскую службу Киевского и Белорусского военных округов. Им в помощь были направлены также специалисты ряда военно-медицинских учреждений из других военных округов.

Работа велась оперативно и по-боевому. Например, в зоне ответственности Белорусского военного округа, где ей руководил полковник медицинской службы А. Ф. Сошников, было решено осуществить медицинскую разведку своей зоны вначале 7, а затем 30 врачебно-сестринскими бригадами. В течение одной ночи они провели подворную перепись населения двух районов.

Началось широкое информирование населения через местные партийные органы и сельсоветы о целях, месте и времени проведения медицинских мероприятий. При обследовании все население подвергалось строгому радиометрическому контролю на четырех уровнях тела: волосистой части головы, шеи, груди и живота. Для осуществления такого контроля привлекались не только штатные радиометристы, но и дополнительный персонал.

Собирали подробный анамнез, тщательно анализировали жалобы на состояния здоровья, и после регистрации полученных данных в особых журналах всех обследуемых доставляли транспортом медицинской службы на пункты специальной обработки, где проводили повторный дозиметрический контроль, помывку, смену белья, контрольное радиометрическое обследование. Далее, в зависимости от показаний, обследуемые подлежали либо эвакуации, либо, при малейшем подозрении на ухудшение состояния здоровья, госпитализации. В лечебном учреждении их тщательно обследовали клинически, гематологически и радиометрически. Так, коллектив отдельного медико-санитарного батальона, где командиром был подполковник медицинской службы Н. Г. Мельник, в течение 4 дней обследовал большое количество местных жителей, часть которых госпитализировали для уточнения диагноза.

Высокая эффективность мероприятий медицинской службы была обеспечена профессиональным мастерством, самоотверженностью капитанов медицинской службы В.М. Кириллова, С.И. Литвина, А.М. Соновского, лейтенанта медицинской службы В.М. Авдея, медицинских сестер С.И. Серокой, Л.М. Карпович, М.Л. Роговой и мн. др. [с. 292–293, 2].

В Киевском военном округе большая организационная работа по медицинскому обеспечению эвакуируемого населения была проведена под руководством начальника медицинской службы округа генерал-майора медицинской службы В.Н. Фадеева, начальников эвакуационных полковников медицинской службы Г.В. Цыганка, Л.Н. Быкова, подполковника медицинской службы В.П. Карауца. Каждое эвакуационное подразделение обеспечивалось комплектом медицинских частей, учреждений и лабораторий, состав которых конкретизировался с учетом особенностей районов.

В создаваемые ими оперативные группы входили врачи-терапевты, врачи-радиологи, клинические лаборанты. Их направляли в населенные пункты, где в тесном контакте с местными органами власти и представителями Минздрава Украинской ССР осуществляли медицинское обеспечение эвакуации населения [с. 292–293, 2].

С первых же дней аварии на ЧАЭС перед службой встал ответственный вопрос по всестороннему медицинскому обеспечению личного состава воинских подразделений, участвовавших в дезактивационных работах, возвращению к безопасному состоянию самой электростанции и прилегающей к ней территории. В центре внимания военных медиков было возможно полное обеспечение радиационной безопасности этого контингента «ликвидаторов», эффективное оказание им всех видов медицинской помощи и поддержание в их среде устойчивого эпидемиологического благополучия.

Территория дислокации войск была разделена на 3 сектора, находившихся в зоне ответственности Киевского, Прикарпатского и Белорусского военных округов соответственно. В каждой из них формируются органы управления и создается соответствующая инфраструктура. Здесь было развернуто более 20 медпунктов, отдельных батальонов и отрядов медицинской помощи Гражданской обороны, 5 отдельных медицинских батальонов, 4 санитарно-эпидемиологических отряда. В систе-

му медицинского обеспечения ликвидаторов включаются также центральные и окружные военные госпитали и санатории. Подразделяясь на три этапа, эта система, прежде всего, осуществляла повседневный контроль за личным составом войск, стационарное обследование военнослужащих по соответствующим показаниям и, наконец, их лечение, реабилитацию и освидетельствование в военно-врачебных комиссиях [с. 293, 2; с. 34, 1].

Важное место занимала профилактическая работа. Во всех воинских подразделениях организуется постоянный контроль за соблюдением мер радиационной безопасности. Особая ответственность возлагалась на специалистов-радиологов, которые должны были наполнить конкретным содержанием все разделы контроля за безопасностью работ. Высокую оценку получила работа полковников медицинской службы А.К. Горитько, В.П. Дулича, подполковников медицинской службы В.Д. Баклагина, А.Н. Медведева, В.И. Колобова и многих других, сумевших в короткие сроки обеспечить надежный контроль за организацией дозиметрии, соблюдением техники радиационной безопасности при проведении дезактивации. Подполковник медицинской службы Н.К. Дондик, майоры медицинской службы В.А. Баркевич, И.А. Куватов, служащие Н.М. Ключев, Д.Н. Коломацкий и другие обеспечили постоянное исследование степени радиоактивного заражения воды, продуктов питания, биосред. Только за первые 2 года было проведено более 120 тыс. радиометрических, около 200 тыс. микробиологических (на объектах питания) исследований, свыше 40 тыс. определений качества воды и продовольствия [с. 294, 2].

Непосредственно в здании ЧАЭС, на ее первом этаже административного корпуса был развернут медицинский пункт в составе приемной, реанимационной, зубоврачебного кабинета, кабинета врача. Ежедневно там несли службу 4 врача, 3 фельдшера, реанимационная бригада, 2 водителя. Добросовестно выполняли свой служебный долг работавшие здесь офицеры медицинской службы А.Л. Федорук, С.Н. Петренко, А.В. Лосев, фельдшеры Н.Н. Легоступ, Г.С. Переночаны, А.Н. Безнека и др.

В г. Овруче был создан научный центр Минобороны СССР, в составе которого имелись управления и отделы, занимавшиеся медицинским обеспечением сложнейших работ по дезактивации объектов ЧАЭС и прилегающей к ней территории.

При организации мероприятий по радиационно-гигиеническому обеспечению воинских подразделений ликвидаторов и населения немалое мужество проявили офицеры медицинской службы – сотрудники Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова А. А. Березин, Н. А. Попов, Д. И. Бесхолов, А. А. Салив, Е. В. Красников, Е. И. Веселов и др.

Особо следует отметить самоотверженный поступок преподавателя кафедры военно-морской радиационной гигиены академии подполковника медицинской службы А. М. Салеева, который при подготовке к вводу в строй 1-го энергоблока ЧАЭС добровольно вызвался выполнить потенциально опасную в радиационном отношении работу на площадке трубы и крыши 3-го энергоблока, что имело большое морально-психологическое значение при организации там дезактивационных работ. В то время его поступок позволил руководству принять решение о возможно безопасном времени работы в этой зоне, дать аргументированные указания по ее проведению. За проявленное мужество А. М. Салеев был награжден орденом Красной Звезды. Следует однако признать, что некоторые действия при организации и производстве дезактивационных работ как на территории ЧАЭС, так и вокруг нее с современных позиций выглядят по меньшей мере анахронизмом. И все же результаты этой работы показали, что из 239 тыс. военнослужащих, подвергнутых дозиметрическому контролю, как оказалось, допустимую дозу облучения в 25 бэр получили более 99% от их общего числа, а максимальную в 72 бэр – менее 1% [с. 35, 1; с. 294–295, 2; с. 6, 4].

Немалая работа была проделана по предупреждению эпидемических заболеваний среди личного состава, участвовавшего в ликвидации последствий аварии. Для этих целей проводился комплекс санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий, регламентированных приказом № 1 по войсковой группировке и осуществленных во взаимодействии с санитарно-эпидемическими силами и средствами Гражданской обороны и Минздрава СССР. Несмотря на значительные трудности, основные санитарно-гигиенические и противоэпидемические мероприятия были выполнены успешно, и эпидемических вспышек в ходе ликвидации последствий аварии не наблюдалось.

В целях снижения дозовой нагрузки на личный состав и повышения его работоспособности, наряду с санитарно-гигиеническими методами, использовались йодная

профилактика, поливитамины, адаптогены, акто- и радиопротекторы, энтеросорбенты и иммуномодуляторы.

С 1986 г. в стране проводились глобальные исследования состояния здоровья лиц, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на ЧАЭС. Ведь в ликвидации ее последствий приняли участие на разных этапах свыше 300 тыс. человек, получивших в основном облучение в пределах диапазона «малых доз», из них более 100 тыс. – жители России [с. 6–14, 5].

В январе 1987 г. (в соответствии с требованиями приказа заместителя министра обороны СССР – начальника Тыла Вооруженных сил СССР № 117 и директивы начальника ЦВМУ Минобороны СССР № 161/ДМ-21 от 15.12.1986 г.) в Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова создается Всеармейский медико-дозиметрический регистр (начальник Б. Л. Макеев, в последующем И. И. Шантырь), в задачу которого входили сбор, анализ и научная обработка результатов персонального автоматизированного динамического наблюдения за здоровьем офицеров и прапорщиков Минобороны СССР, работавших в зонах повышенной радиации при аварии на ЧАЭС, формирование информационно-справочных данных и разработка практических рекомендаций. Эта работа осуществлялась небольшим коллективом регистра на основе обработки поступавших сюда из войсковых частей и медицинских учреждений Минобороны СССР соответствующих регистрационных карт и карт динамического наблюдения (во взаимодействии со Всесоюзным регистром – ныне Государственным медико-дозиметрическим центром, действовавшим в г. Обнинске под методическим руководством Научно-исследовательского института медицинской радиологии Академии медицинских наук СССР, а также Украинским и Белорусским республиканскими регистрами). При Всеармейском регистре был сформирован архив указанных выше медицинских документов и кодировочных талонов к ним. На начало сентября 1988 г. в нем насчитывалось свыше 42 тыс. таких документов [с. 17, 6; с. 35, 1].

На основе первых промежуточных результатов анализа 2 тыс. карт динамического наблюдения в июле того же года начальником ЦВМУ Минобороны СССР была издана директива (161/ДМ-6) «О мерах по улучшению медицинского обеспечения военнослужащих и военнообязанных, участвующих в работах

по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, и организации диспансерного наблюдения за ними после убытия из района ЧАЭС». Сотрудники Всеармейского регистра разрабатывают и подготавливают к изданию соответствующие методические рекомендации [с. 295–296, 2].

Авария на ЧАЭС послужила мощным толчком для развития научных исследований как в фундаментальной, так и в прикладной радиологии, в стороне от которой не остались и военные медики. Они приняли активное участие в научно-исследовательской работе в рамках «Комплексной экологической программы исследований последствий аварии на Чернобыльской АЭС на 1988–1990 гг.», «Государственной союзно-республиканской программы неотложных мер на 1990–1992 гг. по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС» [с. 296, 2].

### Литература

1. Гладких П. Ф. Вклад медицинской службы Вооруженных сил СССР в ликвидацию последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Социально-пра-

вовые и медицинские проблемы граждан, пострадавших в радиационных авариях и катастрофах. Чернобыль: 20 лет спустя : материалы всерос. науч.-практ. конф. СПб. : ВиТ-принт, 2006. С. 34–35.

2. Гладких П. Ф. Очерки истории отечественной военной медицины. Кн. XI. Медицинская служба Сухопутных войск Вооруженных сил СССР после второй мировой войны. 1945–1991 гг. СПб. : Петрополис, 2011. 448 с.

3. Никифоров А. М., Шантырь И. И., Александрин С. С., Романович И. К. Основные направления совершенствования диспансеризации военнослужащих, подвергшихся облучению в результате радиационных аварий // Воен.-мед. журн. 1996. Т. 317, № 6. С. 37–42.

4. Чвырев В. Г., Колобов В. И. Организация санитарно-гигиенических мероприятий в войсках при ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы в 1986 г. // Воен.-мед. журн. 1996. Т. 317, № 4. С. 4–7.

5. Чиж И. М. Опыт медицинской службы Вооруженных сил в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Воен.-мед. журн. 1996. Т. 317, № 6. С. 4–15.

6. Шевченко Ю. Л. Клинические аспекты последствий аварии (по материалам Военно-медицинской академии) // Воен.-мед. журн. 1996. Т. 317, № 6. С. 16–21.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

## About the history of elimination of the Chernobyl aftermath

Gladkikh P. F.

Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6)

✉ Pavel Fedorovich Gladkikh – Dr. Med. Sci. Prof., Honored Worker of Higher School of Russia, Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6); e-mail: gladkikh-pavelf@yandex.ru.

**Abstract.** Much of the work to eliminate the most severe consequences of the accident with IV reactor of the Chernobyl NPP (April 27, 1986) was assigned by the Government of the USSR primarily to the country's Armed Forces. The Military Medical Service had to solve responsible and fundamentally new problems to prevent medical and biological effects of radioactive contamination, with the Central Military Medical Directorate of the Ministry of Defence closely cooperating with the Ministry of Health of the USSR. Within a few days 95 thousand people were taken of the 30-kilometer accident area. Thanks to this, acute radiation sickness was prevented in the majority of local residents. Simultaneously, military doctors successfully provided a comprehensive medical support to troops and the «liquidators» operating in the area of the accident. More than 239 thousand soldiers underwent radiation monitoring. Acceptable radiation dose of 25 rem received 99% of them.

**Keywords:** emergency situation, accident, the Chernobyl Nuclear Power Plant, radiobiology, elimination of the consequences, the liquidator.

### References

1. Gladkikh P. F. Vklad meditsinskoi sluzhby Vooruzhennykh sil SSSR v likvidatsiyu posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES [The contribution of the Medical Service of the Armed Forces of the USSR in the Chernobyl aftermath recovery]. *Sotsial'no-pravovye i meditsinskie problemy grazhdan, postradavshikh v radiatsionnykh avariakh i katastrofakh. Chernobyl': 20 let spustya* [Socio-legal and medical concerns of citizens affected by radiation accidents and catastrophes. Chernobyl: 20 years later] : Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2006. Pp. 34–35. (In Russ.)

2. Gladkikh P. F. Ocherki istorii otechestvennoi voennoi meditsiny. Book XI. Meditsinskaya sluzhba Sukhoputnykh voisk Vooruzhennykh sil SSSR posle vtoroi mirovoi voiny. 1945–1991 gg. [Essays on the history of Russian military medicine. Bk. XI. The medical service of the Land Forces of the Armed Forces of the USSR after World War II. 1945–1991]. Sankt-Peterburg. 2011. 448 p. (In Russ.)

3. Nikiforov A.M., Shantyr' I.I., Aleksanin S.S., Romanovich I.K. Osnovnye napravleniia sovershenstvovaniia dispenserizatsii voennosluzhashchikh, podvergshikhsia oblucheniiu v rezul'tate radiatsionnykh avarii [The basic trends in improving the dispensary care for servicemen subjected to irradiation as a result of radiation accidents]. *Voенно-медицинский журнал* [Military medical journal]. 1996. Vol. 317, N6. Pp. 37–42. (In Russ.)

4. Chvyrev V.G., Kolobov V.I. Organizatsiia sanitarno-gigienicheskikh meropriatii v voiskakh pri likvidatsii posledstviia Chernobyl'skoi katastrofy v 1986 g. [The organization of health and hygiene measures among the troops working in the cleanup of the aftermath of the Chernobyl catastrophe in 1986]. *Voенно-медицинский журнал* [Military medical journal]. 1996. Vol. 317, N4. Pp. 4–7. (In Russ.)

5. Chizh I.M. Opyt meditsinskoi sluzhby Vooruzhennykh Sil v likvidatsii posledstviia avarii na Chernobyl'skoi AES [The experience of the medical service of the Armed Forces in the cleanup of the aftereffects of the accident at the Chernobyl Atomic Electric Power Station]. *Voенно-медицинский журнал* [Military medical journal]. 1996. Vol. 317, N6. Pp. 4–15. (In Russ.)

6. Shevchenko I.L. Klinicheskie aspekty posledstviia avarii (po materialam Voенно-медицинской академии) [The clinical aspects of the aftermath of the accident (based on data from the Military Medical Academy)]. *Voенно-медицинский журнал* [Military medical journal]. 1996. Vol. 317, N6. Pp. 16–21. (In Russ.)

Received 05.12.2015

**For citing.** Gladkikh P.F. K istorii likvidatsii posledstviia avarii na Chernobyl'skoi AES. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 9–14. (In Russ.)

Gladkikh P.F. About the history of elimination of the Chernobyl aftermath. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 9–14. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-9-14



### Вышел в свет учебник



Токсикология и медицинская защита : учебник / Гребенюк А. Н., Аксенова Н. В., Антушевич А. Е. [и др.] ; под ред. А. Н. Гребенюка. – СПб. : Фолиант, 2016. – 672 с.

ISBN 978-5-93929-263-4. Ил. 103, табл. 103. Тираж 1500 экз.

Рекомендовано Федеральным институтом развития образования (ФГАУ «ФИРО») Минобрнауки РФ в качестве учебника для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы высшего образования по специальностям «Лечебное дело», «Медико-профилактическое дело», «Фармация», а также военно-учетным специальностям «Лечебное дело в наземных войсках», «Медико-профилактическое дело», «Фармация».

Подготовлен в соответствии с учебной программой по токсикологии, радиобиологии и медицинской защите для студентов и курсантов медицинских вузов (факультетов). Изложены цели, задачи, структура, основные понятия и термины токсикологии и радиобиологии, общие закономерности взаимодействия организма человека с химическими веществами и ионизирующими излучениями, основные формы токсических процессов и радиационных поражений. Приведена классификация отравляющих и высокотоксичных веществ, которые могут стать причиной поражения людей при экстремальных воздействиях, описаны механизм их действия, патогенез и клинические проявления интоксикации, принципы диагностики и лечения острых отравлений. Дана характеристика источников ионизирующих излучений, представляющих опасность для здоровья человека, изложены основы биологического действия радиации, патогенез и клинические проявления радиационных поражений, развивающихся при внешнем, внутреннем, сочетанном и комбинированном воздействии. Подробно описаны современные подходы к реализации мероприятий медицинской защиты от действия поражающих факторов радиационной и химической природы.

Учебный материал изложен в 28 главах, каждая из которых завершается вопросами для контроля полученных знаний. Завершает учебник список основной и дополнительной литературы, включающий современные учебные пособия и руководства по токсикологии, радиобиологии и медицинской защите.

Учебник предназначен для курсантов военно-медицинских учебных заведений и студентов, обучающихся по специальностям высшего профессионального образования группы «Здравоохранение» с освоением программы военной подготовки. Кроме того, учебник может быть использован для подготовки студентов медицинских и фармацевтических вузов по учебной дисциплине «Безопасность жизнедеятельности. Медицина катастроф (медицина чрезвычайных ситуаций)», а также в ходе послевузовского и дополнительного профессионального образования врачей различных специальностей.

## ХРОНИЧЕСКИЙ НЕАЛКОГОЛЬНЫЙ СТЕАТОПАНКРЕАТИТ КАК ПРОДВИНУТАЯ СТАДИЯ ТЕЧЕНИЯ НЕАЛКОГОЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ БОЛЕЗНИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины  
им А. М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Обследован 31 больной – ликвидатор последствий аварии на Чернобыльской АЭС с индексом массы тела более 35,0 кг/м<sup>2</sup>. По совокупности клинических данных, результатов лабораторных и инструментальных методов исследования у пациентов диагностирована неалкогольная жировая болезнь поджелудочной железы. Выявлено, что у всех больных имеются признаки нарушения липидного и углеводного обменов, повышение активности амилазы и липазы, нарушение экзокринной функции поджелудочной железы. На основании данных ультразвуковой диагностики и данных компьютерной томографии, выявлены признаки фиброзно-липomatозного поражения поджелудочной железы. В результате оценки полученных данных разработана балльная система диагностика неалкогольного стеатопанкреатита.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, ликвидаторы последствий, неалкогольный стеатопанкреатит, неалкогольная жировая болезнь поджелудочной железы, ожирение.

### Введение

В настоящее время, по данным ВОЗ, в мире насчитывается более 1,9 млрд человек, страдающих ожирением и избыточной массой тела [7]. Эпидемия ожирения сопровождается ростом числа больных с поражением органов пищеварения, ассоциированных с избыточной массой тела. Примером такой патологии является неалкогольная жировая болезнь печени. Как показывает опыт 29-летнего динамического наблюдения за ликвидаторами последствий аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), в последние годы отмечаются тенденция к неуклонному росту болезнью органов пищеварения, превышающая общероссийские показатели практически в 2 раза, а также высокая частота дисметаболических расстройств, свидетельствующих о нарушениях межклеточного обмена [11].

В последние годы многими исследователями получены данные о том, что избыточная масса тела и ожирение приводят к появлению патологических изменений со стороны поджелудочной железы (ПЖ), аналогичных таковым при неалкогольной жировой болезни печени [10, 13]. В настоящее время выделяют 2 основных морфологических варианта неалкогольной жировой болезни ПЖ – липоматоз поджелудочной железы и хронический

неалкогольный стеатопанкреатит (НСП), которые представляют собой различные клинико-морфологические стадии развития патологического процесса [5, 12]. При этом, если липоматоз поджелудочной железы является дистрофически-дисметаболическим заболеванием ПЖ, характеризующимся избыточным отложением жира в панкреоцитах и межклеточных структурах органа, сопровождающихся постепенным нарушением его функции, то НСП включает в себя, помимо этого, воспалительный компонент, морфологическая картина которого характеризуется лимфомоноцитарно-плазмочитарной инфильтрацией ткани ПЖ [3, 9]. Среди диффузных заболеваний ПЖ НСП является одним из менее изученных патологических состояний. Именно поэтому в настоящее время отсутствуют четкие критерии диагностики НСП, позволяющие достоверно диагностировать данное заболевание среди других диффузных поражений ПЖ.

*Цель исследования* – определить клинико-лабораторные и инструментальные критерии диагностики неалкогольного стеатопанкреатита как продвинутой стадии течения неалкогольной жировой болезни ПЖ с учетом его взаимосвязи с метаболическим синдромом у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС.

---

Бацков Сергей Сергеевич – главный гастроэнтеролог МЧС России, д-р мед. наук проф., засл. врач России, зав. клинич. отд. гастроэнтерологии и гепатологии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: bs\_hep@mail.ru;

✉ Инжеваткин Денис Игоревич – канд. мед. наук, врач-гастроэнтеролог, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: denis.inzhevatkin@gmail.com;

Пронина Галина Александровна – канд. мед. наук, зав. отд.-нием диетологии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2).

## Материал и методы

Обследован 31 больной – ликвидатор последствий аварии на ЧАЭС в возрасте 48–73 лет, средний возраст –  $(59,2 \pm 8,7)$  года. У всех больных верифицировали НСП, протекающий на фоне метаболического синдрома (МС). МС диагностирован с использованием международных критериев АТР III (Международная федерация по сахарному диабету, IDF, 2005) [4].

У всех пациентов проводили оценку трофологического статуса с определением роста, массы тела, окружности талии. Для выявления избыточной массы тела и ожирения рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) с использованием индекса Кетле:  $ИМТ = m/l^2$ , где  $m$  – масса тела (кг),  $l$  – рост тела (см).

Интенсивность болевого синдрома – по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), которая представляет собой прямую линию длиной 10 см, начало которой соответствует отсутствию боли – «боли нет». Конечная точка на шкале отражает мучительную невыносимую боль – «нестерпимая боль». Линия может быть как горизонтальной, так и вертикальной. Пациенту предлагается сделать на этой линии отметку, соответствующую интенсивности испытываемых им в данный момент болей. Расстояние между началом линии («нет болей») и сделанной больным отметкой измеряют в сантиметрах и округляют до целого. Каждый сантиметр на визуальной аналоговой шкале соответствует 1 баллу. Данная шкала является информативным методом для количественной оценки боли, и данные, полученные при помощи ВАШ, сопоставимы с другими методами измерения интенсивности боли.

Пациентам выполняли лабораторные исследования в отделе лабораторной диагностики Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России. Определение биохимических показателей производили на автоматическом анализаторе «SYNCHRON CX®9 PRO». Содержание холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП, ммоль/л) и холестерина липопротеидов очень низкой плотности (ХС ЛПОНП, ммоль/л) рассчитывали по формулам А. И. Климова [6]:

$$ХС\ ЛПНП = ОХС - (ТГ/2,2 + ХС\ ЛПВП);$$

$$ХС\ ЛПОНП = 0,46\ ТГ\ (ТГ/2,18),$$

где ОХС – общий холестерин, ммоль/л;

ТГ – триглицериды, ммоль/л.

Показатель коэффициента атерогенности (КА) рассчитывали по формуле:

$$КА = (ОХС - ХС\ ЛПВП) / ХС\ ЛПВП.$$

Уровень инсулина определяли с использованием автоматического хемилюминесцентного анализатора «Access-2». По уровню глюкозы и инсулина натощак рассчитывали индекс HOMA-IR =  $\frac{\text{глюкоза натощак (ммоль/л)} \cdot \text{инсулин натощак (мМЕ/л)}}{22,5}$  [14].

Учитывая влияние лептина на регуляцию массы тела, его концентрацию измеряли методом иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов «Leptin Elisa» фирмы «Diagnostics Biochem Canada Ins» (Canada) [1, 2].

Помимо этого, выполняли общеклинические (копрограмма) и иммунологические исследования (IgG4, ФНО- $\alpha$ ). Для исключения аутоиммунного панкреатита в сыворотке крови измеряли IgG подкласс 4 методом иммуноферментного анализа. Концентрацию фактора некроза опухолей-альфа в биологических жидкостях человека (сыворотке крови) и спонтанную продукцию в культуральных средах определяли методом иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов «ИФА – БЕСТ» фирмы «Вектор-Бест». Чувствительность: 1 пг/мл. Диапазон измерения: 0–250 пг/мл. Для стимуляции продукции ФНО- $\alpha$  использовали раствор пирогенала.

Всем пациентам проводили инструментальные исследования органов брюшной полости и забрюшинного пространства. Ультразвуковое исследование проводилось на аппарате «iU22» фирмы «PHILIPS» (США) с цветным и энергетическим доплером. Система работает в дуплексном и триплексном режиме и оснащена мультисигментными датчиками от 2 до 10,5 МГц. Изучали количественные и качественные параметры серошкальной эхографии органов брюшной полости, по данным которых выявлялись: неравномерная гиперэхогенность паренхимы ПЖ, сочетающаяся с тотальным либо сегментарным увеличением органа, вплоть до его псевдогипертрофии, отсутствие визуализации главного панкреатического протока, крупноузловая узурация контуров ПЖ [15]. При проведении мультиспиральной компьютерной томографии ПЖ оценивали денситометрические показатели ее паренхимы. Для НСП были характерны снижение индекса Хаунсфилда, наличие жировых прослоек в органе, нечеткость контуров структуры перипанкреатической клетчатки, наличие зон фиброза, указывающих на наличие воспалительного процесса в липоматозной измененной ПЖ.

Критериями исключения являлись острый панкреатит, язвенная болезнь, желчнокаменная болезнь (ЖКБ), злоупотребление алкоголем.

В качестве скринингового метода для установления факта хронического злоупотребления алкоголем, как критерия исключения из исследования, использовался опросник CAGE. В него включены следующие вопросы:

C (Cut Down) – Испытывали ли Вы потребность напиться «до отключения»?

A (Annoyed) – Возникает ли у Вас раздражение в ответ на намеки, касающиеся употребления алкоголя?

G (Guilty) – Появляется ли у Вас чувство вины за избыточное употребление алкоголя?

E (Eye-opener) – Употребляете ли Вы алкоголь для устранения похмелья?

При утвердительном ответе на 2 вопроса или более тест на скрытую алкогольную зависимость считался положительным.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью пакета программ SPSS Statistics 17.0. Результаты в группах обрабатывали классическими для медико-биологических работ способами с применением  $\phi$ -критериев Фишера и  $\chi$ -квadrat. За уровень достоверности принимали  $p < 0,05$ . В статье приведены средние статистические величины и ошибка средней ( $M \pm m$ ).

### Результаты и их анализ

По результатам исследования трофологического статуса у всех больных выявлено ожирение различной степени: ожирение II степени – у 8 (25,8%), ожирение III степени – у 12 (38,7%), ожирение IV степени – у 11 (35,5%), среднее значение ИМТ составило  $(40,5 \pm 3,8)$  кг/м<sup>2</sup>. При измерении окружности талии у 9 (29%) пациентов ее размер составлял от 120 до 150 см, а у большинства превышал 150 см (71%).

Таблица 1

Клинические проявления у больных с НСП (%)		
Болевой синдром по ВАШ, балл		
2 25,8	3 и более 9,7	
Диспепсический синдром		
изжога 29	отрыжка 25,8	метеоризм 100
Степень тяжести диарейного синдрома		
легкая, до 3 раз/сут 32,3	средняя, 4–6 раз/сут 19,4	выраженная, 7 раз/сут и более 9,7
Копрологическое исследование, отклонение от нормы		
креаторея 100	стеаторея 100	амилорея 80,6

Клиническую картину НСП оценивали по характеру болевого синдрома, наличию диспепсических расстройств, нарушению частоты и консистенции стула. Болевой синдром выявлен у 11 пациентов. Интенсивность болевого синдрома по ВАШ у большинства больных была в пределах 2 баллов. Диарейный синдром диагностирован у 19 пациентов, при этом преобладала легкая степень его тяжести. Диспепсический синдром различной степени выраженности выявлен у всех больных (табл. 1).

Для оценки внешнесекреторной функции ПЖ использовали копрологическое исследование, которое выполнили всем пациентам до и после лечения. При копрологическом исследовании у 100% больных с НСП выявлены стеаторея и креаторея.

Для оценки инкреторной функции ПЖ исследовали уровень гликемии [10]. У 13 человек (41,9%) выявлены гипергликемия натощак и нарушение толерантности к глюкозе, а повышение НОМА-индекса – у 23 (74,2%) больных. Сахарный диабет II типа диагностирован у 15 (48,4%) пациентов. Таким образом, у большинства пациентов (90,3%) отмечалось нарушение углеводного обмена (рис. 1).

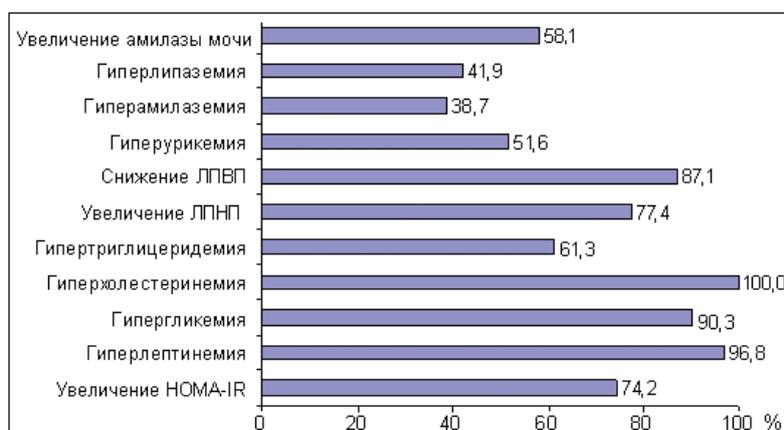


Рис. 1. Результаты биохимических исследований у больных с НСП (% отклонений от нормы).

По результатам исследования жирового обмена у всех больных с НСП (100%) выявлена дислипидемия: при этом у 19 (61,3%) – триглицеридемия, у 24 (77,4%) – повышение ХС ЛПНП, у большинства пациентов – ЛПВП (87,1%).

Почти у половины обследуемых пациентов – 16 (51,6%) – имела место гиперурикемия.

Для НСП характерно повышение активности ферментов-индикаторов воспаления ПЖ. Повышение активности ферментов, по данным исследования, отмечено у всех больных: гиперлипаземия – у 13, гиперамилаземия – у 12, а их сочетание – у 6 больных соответственно.

Ig G4,  $\alpha$ -1-антитрипсин у всех больных были в пределах нормы. Гиперлептинемия выявлена у 30 (96,8%) пациентов, у 23 (74,2%) наблюдалось снижение индуцированного ФНО- $\alpha$  не менее чем в 2 раза по сравнению с нормой.

По данным ультразвукового сканирования (рис. 2), гиперэхогенность паренхимы ПЖ выявлена у всех обследованных – 31 (100%), крупноузловая неровность контуров – у 26 (83,9%). ПЖ была увеличена сегментарно у 22 (71%) пациентов, тотально – у 5 (16,1%) больных.

Наиболее часто гиперэхогенность паренхимы ПЖ сочеталась с жировым гепатозом и псевдогипертрофией ПЖ, кроме того у 20 пациентов (64,4%) выявлялся холестероз желчного пузыря (см. рис. 2).

При проведении компьютерной томографии органов брюшной полости отмечали снижение денситометрических показателей паренхимы ПЖ (менее 30 ед. по Хаунсфилду) у 10 пациентов (32,1%), у 21 (67,7%) – плотность структуры была выше (40–45 ед.) в связи с наличием смешанного (фиброзно-липomatозного) поражения ПЖ. У всех обследованных выявляли характерные жировые прослойки в структуре органа.

По результатам проведенного анализа выявлено более значительное увеличение всех размеров ПЖ при сонографическом исследовании у пациентов с ожирением (ИМТ  $\geq$

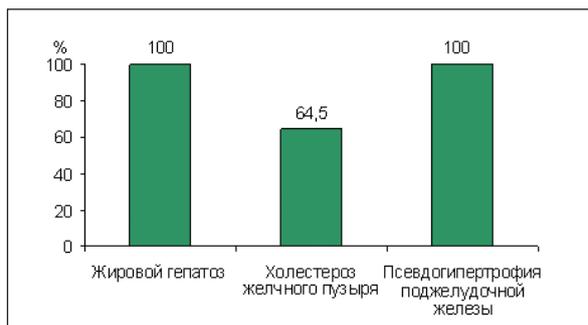


Рис. 2. Ультразвуковые признаки поражения органов пищеварения у больных с НСП (%).

40 кг/м<sup>2</sup>), в этой же группе отмечали статистически более высокий уровень гиперлептинемии по сравнению с группой с ИМТ < 40 кг/м<sup>2</sup> (табл. 2).

Проведенное исследование показало, что НСП развивался у больных с высокой степенью ожирения. При этом заболевание было нередко ассоциировано с МС и сопровождалось умеренным болевым синдромом, в то время как диспепсический синдром, а также явления внешнесекреторной и инкреторной недостаточности встречались чаще.

Для НСП, кроме того, были характерны нарушения липидного, преимущественно по типу гипертриглицеридемии, и углеводного обмена в виде сахарного диабета II типа, нарушения толерантности к глюкозе либо гипергликемии натощак. В связи с увеличением массы жировой ткани в организме повышается производство адипокинов, в том числе лептина и цитокинов, таких как ФНО- $\alpha$  (индуцированная продукция), которые можно рассматривать как лабораторные маркеры поражения ПЖ при МС [1]. Наиболее доступными инструментальными методами диагностики НСП оказались сонографическое исследование и более информативным – компьютерная томография ПЖ, которая позволяет выявлять фиброз органа.

По результатам проведенного исследования разработана балльная система диагностики НСП (табл. 3).

Таблица 2

Размеры различных анатомических отделов ПЖ, уровень лептинемии и ФНО- $\alpha$  в зависимости от ИМТ

ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	Размер ПЖ, см			Уровень лептина, нг/мл	Уровень ФНО- $\alpha$ (индуцированная продукция), пг/мл
	головка	тело	хвост		
Менее 40	2,36 $\pm$ 0,12	1,98 $\pm$ 0,19	2,79 $\pm$ 0,16	14,2 $\pm$ 0,8*	231,6 $\pm$ 10,9
Более (равно) 40	2,89 $\pm$ 0,18	2,26 $\pm$ 0,17	3,42 $\pm$ 0,18	23,1 $\pm$ 1,4	241,8 $\pm$ 12,3

\* p < 0,05 по сравнению с группой ИМТ  $\geq$  40 кг/м<sup>2</sup>.

**Таблица 3**

Система диагностики НСП, балл

Фактор	Балл
Возраст старше 45 лет	+1
Ожирение	+2
Лабораторные показатели:	
гипергликемия	+2
дислипидемия	+2
увеличение IgG4 больше 2 норм	-3
увеличение активности липазы	+2
увеличение активности амилазы	+1
увеличение диастазы в моче	-1
стеаторея	+1
Данные УЗИ:	
жировой гепатоз	+2
холестероз желчного пузыря	+1
ЖКБ	-3
псевдогипертрофия поджелудочной железы	+2
Анамнез:	
острый панкреатит	-2
язвенная болезнь	-2
злоупотребление алкоголем	-3
Оценка полученных результатов:	
достоверный ХНСП	15-17
вероятный ХНСП	12-14
сомнительный ХНСП	10-11

### Выводы

1. Клиническими критериями диагностики хронического неалкогольного стеатопанкреатита у больных – ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС является наличие болевого, диспепсического синдромов и синдрома внешнесекреторной недостаточности поджелудочной железы в сочетании с высоким индексом массы тела (более 35,0 кг/м<sup>2</sup>).

2. У больных с хроническим неалкогольным стеатопанкреатитом наиболее часто встречается панкреатогенная гиперферментемия, поэтому для его диагностики необходимо включать в программу обследования ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС определение активности амилазы, липазы сыворотки крови, лептина, ФНО- $\alpha$ , а также амилазы мочи.

3. Наиболее информативным инструментальным методом исследования хронического неалкогольного стеатопанкреатита является компьютерная томография, в то время как ультразвуковая визуализация органа преиму-

щественно указывает на признаки липоматоза поджелудочной железы.

### Литература

1. Аметов А.С. Влияние лептина на регуляцию массы тела // *Consilium Medicum*. 2001. № 2. С. 126–128.
2. Губергриц Н.Б. Клиническая панкреатология. Донецк: Лебедь, 2000. 416 с.
3. Ивашкин В.Т., Маевская М.В. Липотоксичность и метаболические нарушения при ожирении // *Рос. журн. гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии*. 2010. № 1. С. 4–13.
4. Ивашкин В.Т., Драпкина О.М., Корнеева О.Н. Клинические варианты метаболического синдрома: практ. руководство. М.: МИА, 2011. 220 с.
5. Ивашкин В.Т., Шифрин И.А., Соколова И.А. Хронический панкреатит, стеатоз поджелудочной железы и стеатопанкреатит. М.: Литтерра, 2014. 240 с.
6. Климов А.Н., Никульчева Н.Г. Обмен липидов и липопротеинов и его нарушения. СПб. [и др.]: Питер, 1999. 505 с.
7. Ожирение и избыточный вес // *Информ. бюл. ВОЗ*. 2014. № 311. ([www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/ru/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/ru/))
8. Altinel D., Basturk O., Sarmiento J.M. [et al.]. Lipomatous pseudohypertrophy of the pancreas: a clinicopathologically distinct entity // *Pancreas*. 2010. Vol. 39, N3. P. 392–397.
9. Anand R., Narula M.K., Chaudhary V., Agrawal R. Total pancreatic lipomatosis with malabsorption syndrome // *Indian J. Endocrinol. Metab.* 2011. Vol. 15, N1. P 51–53.
10. Becker V. Exocrine and endocrine morphologic changes in chronic pancreatitis // *Cronic pancreatitis*. Berlin, 1990. P. 65–71.
11. Bloomgarden Z.T. Developments in diabetes and insulin resistance // *Diabetes Care*. 2006. Vol. 29. P. 161–167.
12. Greenberg A.S., Obin M.S. Obesity and the role of adipose tissue in inflammation and metabolism // *Am. J. Clin. Nutr.* 2006. Vol. 83, N 2. P. 461–465
13. Van Geenen E.J., Smits M.M., Schreuder T.C. [et al.]. Nonalcoholic fatty liver disease is related to nonalcoholic fatty pancreas disease // *Pancreas*. 2010. Vol. 39, N8. P. 1185–1190.
14. Romero-Gomez M. Insulin resistance and hepatitis C // *World J. Gastroenterol.* 2006. Vol. 12. P. 7075–7080.
15. Yasuda M., Niina Y., Uchida M. [et al.]. A case of lipomatous pseudohypertrophy of the pancreas diagnosed by typical imaging // *JOP*. 2010. Vol. 11, N4. P. 385–388.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

## Chronic nonalcoholic statopancreatitis as an advanced stage of the nonalcoholic fatty disease of the pancreas in liquidators of Chernobyl NPP accident

**Batskov S.S., Inzhevatkin D.I., Pronina G.A.**

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia  
(Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2)

Sergei Sergeevich Batskov – Dr. Med. Sci. Prof., Head of the Department of Gastroenterology and Hepatology, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: bs\_hep@mail.ru;

✉ Denis Igorevich Inzhevatkin – PhD Med. Sci., doctor gastroenterologist, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: denis.inzhevatkin@gmail.com;

Galina Aleksandrovna Pronina – PhD Med. Sci., Head of Department of Dietology, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2).

**Abstract.** The study included 31 patient liquidators of the Chernobyl accident aftermath with a body mass index over 35.0 kg/m<sup>2</sup>. From the combination of clinical data, results of laboratory and instrumental studies the patients were diagnosed with non-alcoholic fatty disease of the pancreas. All the patients had signs of impaired lipid and carbohydrate metabolism, increased activity of amylase and lipase, exocrine pancreatic function disorder. Ultrasound and computer tomography data showed signs of fibro-lipomatous lesions of the pancreas. The data obtained resulted in developing a point system to diagnose nonalcoholic.

**Keywords:** emergency situation, Chernobyl Nuclear Power Plant, nonalcoholic steatopancreatitis, nonalcoholic fatty disease of the pancreas, obesity.

### References

1. Ametov A. S. Vliyaniye leptina na regulyatsiyu massy tela [Effect of leptin on the regulation of body weight]. *Sonsillium Medicum*. 2001. N 2. Pp. 126–128. (In Russ.)
  2. Gubergrits N. B. Klinicheskaya pankreatologiya [Clinical pancreatology]. Donetsk. 2000. 416 p. (In Russ.)
  3. Ivashkin V. T., Maevskaya M. V. Lipotoksichnost' i metabolicheskie narusheniya pri ozhireнии [Lipotoxicity and metabolic disorders in obesity]. *Rossiiskii zhurnal gastroenterologii, gepatologii i koloproktologii* [The Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology and Coloproctology]. 2010. N 1. Pp. 4–13. (In Russ.)
  4. Ivashkin V. T., Drapkina O. M., Korneeva O. N. Klinicheskie varianty metabolicheskogo sindroma [Clinical variants of metabolic syndrome]. Moskva. 2011. 220 p. (In Russ.)
  5. Ivashkin V. T., Shifrin, I. A. Sokolina I. A. Khronicheskii pankreatit, steatoz podzheludochnoi zhelezy i steatopankreatit [Chronic pancreatitis, steatosis and steatopancreatitis]. Moskva. 2014. 240 p. (In Russ.)
  6. Klimov A. N., Nikul'cheva N. G. Obmen lipidov i lipoproteinov i ego narusheniya [Lipid and lipoprotein metabolism and its disorders]. Sankt-Peterburg. 1999. 505 p. (In Russ.)
  7. Ozhirenie i izbytochnyi ves [Obesity and excess weight]. Informatsionnyi byulleten' VOZ [Newsletter of WHO]. 2014. N 311. (In Russ.)
  8. Altinel D., Basturk O., Sarmiento J. M. [et al.]. Lipomatous pseudohypertrophy of the pancreas: a clinicopathologically distinct entity. *Pancreas*. 2010. Vol. 39, N 3. Pp. 392–397.
  9. Anand R., Narula M. K., Chaudhary V., Agrawal R. Total pancreatic lipomatosis with malabsorption syndrome. *Indian J. Endocrinol. Metab.* 2011. Vol. 15, N 1. Pp. 51–53.
  10. Becker V. Exocrine and endocrine morphologic changes in chronic pancreatitis. *Chronic pancreatitis*. Berlin, 1990. Pp. 65–71.
  11. Bloomgarden Z. T. Developments in diabetes and insulin resistance. *Diabetes Care*. 2006. Vol. 29. Pp. 161–167.
  12. Greenberg AS, Obin MS. Obesity and the role of adipose tissue in inflammation and metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* 2006. Vol. 83 (2). P. 461–465
  13. Van Geenen E. J., Smits M. M., Schreuder T. C. [et al.]. Nonalcoholic fatty liver disease is related to nonalcoholic fatty pancreas disease. *Pancreas*. 2010. Vol. 39, N 8. Pp. 1185–1190.
  14. Romero-Gomez M. Insulin resistance and hepatitis C. *World J. Gastroenterol.* 2006. Vol. 12. Pp. 7075–7080.
  15. Yasuda M., Niina Y., Uchida M. [et al.]. A case of lipomatous pseudohypertrophy of the pancreas diagnosed by typical imaging. *JOP*. 2010. Vol. 11, N 4. Pp. 385–388.
- Received 20.09.2015

**For citing.** Batskov S.S., Inzhevatkin D.I., Pronina G.A. Khronicheskii nealkogol'nyi steatopankreatit kak prodvinutaya stadiya techeniya nealkogol'noi zhirovoi bolezni podzheludochnoi zhelezy u likvidatorov posledstviya avarii na Chernobyl'skoi AES. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 15–20. (In Russ.)

Batskov S.S., Inzhevatkin D.I., Pronina G.A. Chronic nonalcoholic statopancreatitis as an advanced stage of the non-alcoholic fatty disease of the pancreas in liquidators of Chernobyl NPP accident. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 15–20. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-15-20

## **РАДИАЦИОННАЯ ПСИХОСОМАТИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ У ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

<sup>1</sup> Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины  
им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2);

<sup>2</sup> Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Авария на Чернобыльской АЭС привела к появлению значительного контингента лиц, облученных «малыми» дозами радиации с последующим развитием у них в отдаленном периоде различных нервно-психических и психосоматических расстройств. Данные нарушения впоследствии приводили к инвалидизации и увеличению летальности среди пострадавших. Статья посвящена описанию психических эффектов влияния экстремальных факторов радиационной катастрофы, описанию этапов формирования и клинических форм радиационной психосоматической болезни, особенностям ее диагностики, лечения и профилактики.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, радиобиология, ликвидаторы, радиационная психосоматическая болезнь, психотравмирующие факторы, нервно-психические расстройства.

Радиационная медицина, изучая биологические эффекты влияния ионизирующих излучений, сконцентрировала усилия на различных формах как острой, так и хронической лучевой болезни, возникавшей под влиянием «больших» доз облучения, более 100 бэр. Такой подход диктовался условиями существовавшей практики. Авария на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) привела к появлению значительного контингента лиц, облученных «малыми» дозами радиации, менее 100 бэр.

Развитие у них в отдаленном периоде нервно-психических и психосоматических расстройств, приводивших к инвалидизации, к увеличению летальности пострадавших, выдвинуло на первый план неотложную проблему рассмотрения психических эффектов влияния экстремальных факторов радиационной катастрофы. Из-за отсутствия развернутой концепции радиационной психической травмы, неизученности механизмов ее возникновения затруднялись разработка лечебно-реабилитационных мероприятий пострадавшим и установление причинной связи между воздействием радиационного фактора аварии и последующим развитием радиационной психосоматической болезни (РПБ). Освеще-

нию вышеперечисленных вопросов посвящена данная работа.

В результате произошедшей в апреле 1986 г. аварии на ЧАЭС участники ликвидации ее последствий подверглись воздействию комплекса экстремальных факторов. Радиационная катастрофа сопровождалась попаданием в окружающую среду большого количества радиоактивных изотопов (более 500 млн Ки), характеризовавшихся не только различными периодами полураспада и энергиями излучения, но и различными формами существования (молекулярные и ионные продукты, коллоидные частицы, взвеси, аэрозоли). Известно, что ликвидаторы аварии подверглись длительному общему внешнему и интенсивному внутреннему облучению, а также воздействию радиотоксинов и образующихся токсических метаболитов, причем средняя суммарная активность радионуклидов в их крови в мае 1986 г. составляла 0,5–0,9 мкКи/л, а у отдельных лиц достигала даже 2–4 мкКи/л. Самыми высокими концентрациями в крови отличались такие радионуклиды, как лантан-140 (<sup>140</sup>La), йод-131 (<sup>131</sup>I), барий-140 (<sup>140</sup>Ba).

Учитывая, что концентрация <sup>140</sup>La в крови и других средах организма была практически

Шамрей Владислав Казимирович – д-р мед. наук проф., зав. каф. психиатрии Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: prof.shamrey@yandex.ru;

Матыцина Евгения Николаевна – канд. психол. наук, мед. психолог отд. клинич. психологии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: psychologist88@bk.ru;

Чистякова Елена Ивановна – мед. психолог отд. клинич. психологии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: elen.chis@mail.ru;

Нечипоренко Валерий Владимирович – д-р мед. наук проф., каф. психиатрии Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: abralin@mail.ru;

✉ Рудой Иван Степанович – д-р мед. наук доц., врач-психотерапевт отд. клинич. психологии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2).

на порядок выше концентрации других радионуклидов, можно предположить, что многие эффекты в организме облученных «малыми» дозами радиации в мае 1986 г. были обусловлены, в первую очередь, именно этим радионуклидом. С течением времени значительно изменилось существовавшее до аварии экологическое равновесие вследствие включения в биогеоценоз целого ряда коротко- и долгоживущих радионуклидов в высоких концентрациях. При этом выявилась отчетливая вариабельность изотопного состава крови и других тканей организма, а также смена доминирующей роли короткоживущих радионуклидов в спектре радионуклидов [6].

Так, через 1 год после аварии на ЧАЭС на фоне общей тенденции к снижению концентрации радионуклидов отмечалась высокая концентрация в крови изотопа цезия и его доминирующее положение в спектре радионуклидов. Кроме того, при возгонке топлива в реакторе вследствие ядерной реакции выделялись и образовывались в атмосфере значительные количества других токсических веществ и соединений неядерной природы (в частности, ионов железа и других металлов с переменной валентностью, активирующих реакции свободнорадикального окисления). Наиболее чувствительным к действию этой группы радиационно-токсических веществ оказался эритроцитарный росток крови, что сопровождалось развитием у ликвидаторов гемической гипоксии.

Интенсивным физическим нагрузкам подвергались практически все участники ликвидации последствий аварии, особенно в первые дни. Нередко время, отводимое для сна, сокращалось до 2–3 ч/сут. К неблагоприятным факторам относились также высокая температура окружающего воздуха в сочетании с частыми пыльными ветрами. Вместе с радиационно-токсическими климато-физические факторы способствовали быстрому утомлению, астенизации и раннему развитию клинических проявлений радиобиологических и токсических эффектов у ликвидаторов аварии.

Недостаточная подготовленность руководителей работ по вопросам ликвидации последствий радиационной катастрофы приводила к дополнительному переобучению людей и служила источником возникновения серьезных конфликтов. Многие лица в очаге радиоактивного заражения не принимали современные высокоэффективные медицинские средства профилактики от последствий облучения, а также не использовали индиви-

дуальные и коллективные средства защиты от радиационного воздействия. Существовала как переоценка последствий аварии, так и их недооценка.

Отсутствие своевременной и объективной информации о быстро менявшейся обстановке в очаге радиоактивного заражения приводило к распространению всевозможных домыслов и слухов, например о неизбежности «атомного взрыва» или о диверсиях и вредительстве. Недостаток информации об аварийной ситуации и уровнях радиоактивных осадков в сочетании с организационными упущениями по обеспечению людей индивидуальными и коллективными средствами защиты, надежными индивидуальными дозиметрами, радиопротекторами, нарушениями режима питания и водоснабжения приводили к увеличению дозовых нагрузок облучения. Кроме того, у людей формировалось недоверие к руководящему составу, усугублявшееся отсутствием эффективного координированного взаимодействия формирований различных ведомств.

Психотравмирующие факторы имели несколько составляющих, различавшихся по содержанию и времени действия. В первую очередь психотравмирующим действием обладал сам факт аварии и ее последствий: картины горения разрушенного реактора, «вымершего города», «опустевших» населенных пунктов и «беспризорность» домашних животных. Это вызывало у ликвидаторов ощущение «заброшенности и обреченности». В последующем у них появлялись опасения за свое здоровье и способность иметь детей. Психотравмирующим эффектом обладали и субъективные неприятные ощущения, вызванные реакцией на действие радиации. Внезапные выезды в очаг радиоактивного заражения для ликвидации аварийных ситуаций и невозможность отказаться от них из-за боязни предстать в глазах сослуживцев, родственников и руководителей в качестве «трусков, паникеров и дезертиров» также являлись весьма значимыми психотравмирующими факторами. В целом психотравмирующие переживания имели как внешнее, так и внутреннее происхождение и зачастую взаимно усиливали действие друг друга.

Полученные данные свидетельствовали о том, что у части ликвидаторов, получавших «малые» дозы радиации, в последующем развивалась радиационная психическая травма, клинически проявлявшаяся различными вариантами и формами дезорганизации созна-

ния. Патогенез радиационной психической травмы включал 3 этапа ее формирования.

Начальный этап соответствовал периоду воздействия на ликвидаторов комплекса экстремальных факторов аварии, которые вызывали нарушения психического и соматического равновесия организма. Эти рассогласования гомеостаза приводили к возникновению биологического и психического механизмов радиационной психической травмы. Биологический механизм радиационной психической травмы перестраивал автокаталитически протекавший процесс свободнорадикального окисления в режим порочного цикла реакций перекисного окисления липидов. Психический механизм радиационной психической травмы поддерживал постоянную психическую травматизацию пострадавших [2].

На 2-м этапе эффектов влияния «малых» доз радиации «эндогенный генератор» свободнорадикального окисления наводнял организм продуктами аутоинтоксикации (эндогенная токсемия). Эндогенная токсемия в сочетании с действием радионуклидов, радиотоксинов, токсических соединений ядерной природы и постоянной психической травматизацией выступали в качестве общемозгового фактора, действие которого вело к развитию клеточной гипоксии, астенизации и истощению организма [9].

На 3-м этапе – возникла дезинтеграция нервно-психической деятельности или собственно радиационная психическая травма, под влиянием общемозгового фактора развивалась пароксизмальная энергетическая недостаточность мозга одновременно с процессом автокаталитической дезинтеграции сознания. В периоде дезинтеграции сознания у пострадавших возникали клинически распознаваемые расстройства внимания и координации движений, восприятие становилось фрагментарным, ухудшалась память, ситуация оценивалась неполностью, утрачивалась трудоспособность. По степени выраженности выделялись 3 варианта дезинтеграции сознания (сильно выраженная дезинтеграция сознания, умеренно и слабо выраженная). В свою очередь, каждому варианту психического реагирования (по степени выраженности дезинтеграции сознания) соответствовали определенные клинические формы. Так, у ликвидаторов с высокой степенью выраженности психического реагирования наблюдались аффективно-амнестические формы дезинтеграции сознания. При умеренно выраженном психическом реаги-

ровании отмечались аффективно-невротические формы дезинтеграции сознания. Наконец, при слабо выраженном психическом реагировании выделялись аффективно-астенические формы дезинтеграции сознания. Из сказанного выше вытекает и определение радиационной психической травмы.

Радиационной психической травмой следует считать такие состояния психической деятельности, которые возникают под влиянием радиационного фактора аварии, проявляются различными клиническими вариантами и формами дезинтеграции сознания и приводят к утрате трудоспособности [5].

В связи с тем, что при радиационной психической травме имело место нестабильное состояние сознания, организму биологически было целесообразно трансформировать его в стабильное. Дезинтеграция нервно-психической деятельности приводила в действие адаптационные механизмы, обеспечивающие эволюцию радиационной психической травмы в более стабильное состояние критического радиационного психосоматического десинхроноза, содержавшего в себе задатки грядущего заболевания – РПБ [4].

Через 3,5–4,0 года после аварии отрицательная динамика психической деятельности у ликвидаторов приводила к трансформации расстройств в клинические формы РПБ. В этот период клинические проявления психических расстройств приобретали более выраженный и стойкий характер. Появлялись и прогрессировали изменения личности и психосенсорные расстройства, нарастала тяжесть психосоматических и мнестических расстройств, формировались пароксизмальные расстройства сознания (синкопальные состояния) с склонностью к судорожным проявлениям. Донозологические состояния у ликвидаторов через 4 года после аварии приобретали стремительную тенденцию к трансформации в невротоподобные и психоорганические расстройства в рамках РПБ, которая имела свои этиологию и патогенез, основополагающими элементами которого служили радиационный фактор, свой «стереотип» развития, определенные клинические формы болезни и характерный исход. РПБ не являлась ни острой, ни хронической лучевой болезнью, ни психосоматическим заболеванием в традиционном понимании, она имела общие, частные и специфические закономерности формирования [3].

Таким образом, действие общемозгового фактора приводило к развитию клеточной радиационно-энергетической недостаточ-

сти мозга. Следствием последней выступали пароксизмальные расстройства сознания (распад сознания), явления пароксизмальной радиационно-энергетической слабости (астения, распад воли), радиационная мнемическая старость (распад памяти), постоянная внутренняя психическая травматизация (распад эмоций) и изменения (распад) личности. Перечисленные последствия общемозгового фактора являлись наиболее ранними, постоянными и стойкими проявлениями радиационной психосоматической болезни, ее «ядром», отражавшим сущность и специфику патологического процесса и приводившего в конечном итоге к распаду мышления. Очаговый и общесоматический факторы вызывали нарушения, которые определяли многообразие клинических форм радиационной психосоматической болезни. Очаговый фактор находил свое выражение в патогенезе радиационной психосоматической болезни появлением поражений корковых отделов анализаторов. Поражение рецепторного аппарата висцеральных органов в сочетании с поражением корковой части анализаторов нарушало процессы как корково-висцеральной регуляции, так и органной саморегуляции, и приводило к формированию у ликвидаторов аварии, облученных «малыми» дозами радиации, не только нервно-психических расстройств, но и полиорганной соматической патологии. Через 6–8 лет после аварии более чем у 80% пострадавших формировалась хроническая недостаточность мозгового кровообращения. Признаки энцефалопатии и церебрального арахноидита имели место у каждого 5-го ликвидатора. Почти у каждого 3-го пострадавшего развивались пароксизмальные расстройства сознания различного типа. У каждого 10-го, облученного «малыми» дозами радиации, определялись симптомы гидроцефалии, гипервентиляционного и гипертензионного синдромов, несколько реже – признаки гемипареза и экстрапирамидной недостаточности. Наиболее общими особенностями психосоматической патологии у ликвидаторов аварии являлись: системность поражений организма; прогрессирование заболеваний во времени; стойкость болезненных нарушений; пароксизмальный характер расстройств сознания при нагрузках; высокая частота инвалидизации и летальности пострадавших. Общесоматический фактор обуславливал последовательность и частоту вовлечения в патологический процесс внутренних органов: заболевания желудочно-кишечного

тракта и органов брюшной полости (91,1%), опорно-двигательного аппарата (90,4%), сердечно-сосудистой (88,9%) и эндокринной (84,4%) систем, поражение органов зрения (70,3%), ЛОР-органов и системы дыхания (49,3%), мочевыделительной системы (20%) и другие заболевания (60%) [7].

При отсутствии этиопатогенетического лечения психические расстройства у облученных «малыми» дозами радиации закономерно переходили от донозологических к неврозоподобным, от последних к психорганическим. Клинико-динамический стереотип формирования РПБ имел два направления с характерными видоизменениями синдромов во временном интервале и различной локализацией поражения мозговых структур и других систем организма. Специфический, цепной характер видоизменения синдромов первого направления был связан не только с локализацией мозговых поражений, преимущественно височных отделов, но и с поражением рецепторного аппарата внутренних органов и нарушениями обмена веществ. При этом варианте динамики астенический синдром становился со временем астеновегетативным. Дальнейшее прогрессирование патологического процесса приводило к углублению степени выраженности расстройств и приобретению ими характера неврозоподобных. Ипохондрические и сенестопатические расстройства усложнялись следующим, качественно новым уровнем нарушений в структуре обсессивно-фобического синдрома. Вовлечение в процесс поражения более обширных и глубоких отделов головного мозга в сочетании с расширением спектра соматических расстройств приводило к нарушению процессов сенсорного синтеза и появлению вербального галлюциноза.

Следующая стадия прогрессирования – формирование стойких паранойальных и депрессивно-параноидных расстройств, а затем – выраженных интеллектуально-мнестических нарушений [1]. Такова временная и качественная последовательность динамики синдромов первого направления. Преимущественное поражение лобных отделов головного мозга предопределяло во многом иную цепь синдромов. В этом случае астенический синдром видоизменялся в астено-невротические и аффективные расстройства. Углубление патологического процесса приводило к развитию грубых изменений личности у пострадавших. Более широкое вовлечение в патологический процесс подкорковых

Таблица 1

Структура психоорганических расстройств у ликвидаторов аварии на ЧАЭС

Вариант динамики психоорганических расстройств	Психоорганическое расстройство	n (%)
Общие расстройства, относящиеся к первому и второму направлениям динамики синдромов	Астенические расстройства	57 (18,3)
	Выраженные интеллектуально-мнестические расстройства	33 (10,9)
Расстройства, относящиеся к первому варианту динамики синдромов (преобладание височных поражений)	Астеновегетативные расстройства	9 (2,9)
	Неврозоподобные расстройства	46 (14,9)
	Ипохондрические расстройства	44 (14,0)
	Сенестопатические расстройства	7 (2,1)
	Обсессивно-фобические расстройства	2 (0,6)
	Психосенсорные расстройства	2 (0,6)
	Вербальный галлюциноз	1 (0,3)
	Паранойяльные расстройства	4 (1,2)
	Депрессивно-параноидные расстройства	2 (0,6)
Расстройства, относящиеся ко второму направлению динамики синдромов (преобладание лобных поражений)	Астеноневротические расстройства	12 (3,8)
	Аффективные расстройства	51 (16,4)
	Грубые изменения личности:	
	– по аффективному типу	2 (0,6)
	– по аффективно-неустойчивому типу	8 (2,4)
	– по аффективно-ипохондрическому типу	3 (0,9)
	– по эксплозивному типу	3 (0,9)
	– по апатическому типу	1 (0,3)
	Паркинсонические расстройства	1 (0,3)
	Синкопальные расстройства	25 (8,0)
	Всего	313 (100,0)

и стволовых структур головного мозга проявлялось паркинсоническими и синкопальными расстройствами с последующим переходом их в грубые интеллектуально-мнестические нарушения. Расстройства второго направления обнаруживали более высокий темп движения в сторону интеллектуально-мнестического снижения в сравнении с нарушениями первого направления (табл. 1).

Конкретные клинические формы РПБ имели целый ряд характерных проявлений. Ведущими в клинической картине астенической формы РПБ выступали астенодистимические расстройства. Профиль факультативных расстройств имел астеновегетативно-невротически-аффективный вид. Вклад каждой из перечисленных групп факультативных расстройств превышал 20%. Значительный удельный вес приобретали неврозоподобные (11%) и ипохондрические (10%) расстройства. Выраженные интеллектуально-мнестические нарушения составляли 2,9%, синкопальные состояния – 2%, грубые изменения личности по аффективно-неустойчивому типу – 1%. Удельный вес остальных расстройств был значительно ниже 1%. Резко выраженная степень расстройств не превышала 0,5–5,0%. Следовательно, легкая степень психических расстройств являлась характерным признаком астенической формы РПБ.

Наиболее типичным признаком астенической формы РПБ являлась астения (сла-

бость, упадок сил), имевшая целый ряд специфических особенностей. Как правило, астения сопровождалась усталостью и вялостью. Астения имела склонность к пароксизмальности при умственных и физических нагрузках. Больные характеризовали ее образно как «слабость становится внезапно такой, что вот-вот упаду». Такая разновидность астении была обозначена «пароксизмальной радиационно-энергетической слабостью». Гипоксическим состоянием головного мозга можно было объяснить пароксизмальный характер астении. Этот вывод подтверждался снижением порога пароксизмальной активности на ЭЭГ у больных с астенической формой РПБ. Критическое понимание больными ограниченности своих возможностей по преодолению как умственных, так и физических нагрузок, сопровождалось типичными изменениями личности по астеническому типу. При этом больные осознанно ограничивали нагрузки, стремились к созданию «щадящего образа жизни», отказывались от устоявшегося стереотипа деятельности, поведения, отдыха, суживали круг интересов и ограничивали контакты с друзьями и знакомыми.

Вегетативные нарушения играли существенную роль в оформлении клинической картины заболевания. Пароксизмальный характер астении в сочетании с вегетативными кризами смешанной природы остро переживались больными, что приводило

к появлению у них опасений и чувства страха перед «предстоящими приступами». На этом фоне постепенно к астеническим присоединялись тревожно-мнительные черты характера, обуславливавшие нарастание у больных адинамии. Наиболее частыми вегетативными нарушениями у пострадавших выступали интенсивные головные боли, сопровождавшиеся головокружением, «потемнением», «пеленой» и «звездочками» в глазах, шумом и звоном в ушах и голове, кратковременными «отключениями» и обморочными состояниями, зябкостью, онемением и судорожными подергиваниями конечностей, сердцебиениями и болями в груди и области сердца, подъемами артериального давления и потливостью. Отчетливые нарушения памяти и внимания не удавалось компенсировать различными приемами, к которым прибегали больные. В сочетании с затруднениями или невозможностью усвоения нового материала, торпидностью мышления и сниженной трудоспособностью эти нарушения у пострадавших приводили к профессиональному снижению и затрудняли их трудовую адаптацию. Усилению переживаний и формированию комплекса «неполноценности» у больных способствовала половая слабость. Нарушения сна у больных сопровождались крайне неприятными болевыми ощущениями в суставах и костях вследствие остеопороза, судорожными сокращениями мышц конечностей и парестезиями. Диссомнические расстройства в сочетании с интенсивными головными болями и соматическим неблагополучием служили источником возникновения аффективных расстройств. Аффективные расстройства у пострадавших носили отчетливый оттенок соматизации [4].

При преимущественном поражении лобных долей прогрессирование РПБ с астеническими расстройствами приводило к ее трансформации в астеноневротический вариант РПБ. В этом случае наблюдался отчетливый сдвиг всего спектра расстройств. Спектр факультативных расстройств принимал вид аффективно-астенического. Вклад указанных расстройств составлял 37,8 и 36% соответственно. Более глубокое вовлечение в патологический процесс лобных долей сопровождалось трансформацией типа личности из астенического в астеноистероформный. Обязательными в клинической картине болезни становились истероформно-дистимические расстройства. Более выраженный характер психических расстройств, увеличение частоты и длительности госпитализаций

больных находили адекватное понимание и в отношении на работе. После выписки из стационаров больным улучшали условия работы, облегчали режим труда и предоставляли путевки в санатории. Однако степень психической травматизации у больных с астеноистероформными изменениями личности возрастала в связи с отсутствием улучшения от лечения традиционными методами. На фоне лечения у больных наступало усиление интенсивности головных болей, усугублялись астенические, диссомнические и аффективные расстройства. Неудовлетворенность результатами лечения вела к фиксации истероформно-дистимических расстройств у пострадавших. Снижение половой функции усиливало невротизацию больных. Болезненные реакции у ликвидаторов вызывали необоснованные советы врачей по преодолению половой слабости.

Преимущественное поражение височных отделов головного мозга сопровождалось сменой астенической формы РПБ на астеновегетативную. Несмотря на отчетливый сдвиг в сторону невротоподобных и ипохондрических расстройств, ведущими в спектре сохранялись астенические и астеноневротические расстройства. Степень выраженности психических расстройств изменялась незначительно, однако, более вовлеченной в патологический процесс оказалась соматическая сфера. Астенический тип личности трансформировался в тревожно-мнительный. Вегетативные кризы и тревожно-мнительный характер больных существенно видоизменяли клиническую картину заболевания. Обязательными становились вегетативно-дистимические расстройства. Факультативные симптомы выстраивались в астеноневротоподобно-аффективно-ипохондрический ряд, что формировало целый ряд оттенков и разновидностей вегетативно-дистимических нарушений. Мнительность больных приводила к фиксации внимания на вегетативных и соматических нарушениях и ожиданию «серьезных» последствий или страха «умереть во время приступа». Тревожность в сочетании с вязкостью мышления делали больных чрезмерно назойливыми и «прилипчивыми» к врачам, медперсоналу и окружающим с задаванием многочисленных вопросов, касающихся их состояния здоровья. Однако психологически понятными являлись и характер переживаний больных, и особенности их поведения. При адекватной терапии, по мере регресса вегетативно-дистимических расстройств по-

степенно редуцировались и факультативные симптомы. Больные становились спокойными, упорядоченными в поведении, легко поддавались психотерапевтической коррекции. Высокая активность и заинтересованность в лечении и выздоровлении, а также относительная сохранность больных определяли благоприятный прогноз для восстановления трудоспособности [3].

РПБ с аффективными расстройствами относилась к числу расстройств средней степени тяжести. Больные становились менее курабельными, значительно утрачивали трудоспособность, существенно нарушалась их социальная адаптация, уменьшалась вероятность возврата в «строй», и нарастал риск инвалидизации. Формообразующими являлись дистимические расстройства. Профиль факультативных расстройств имел астено-неврозоподобно-вегетативно-невротический спектр. Последние три группы нарушений незначительно отличались друг от друга по частоте, однако, астено-невротические расстройства имели более высокий удельный вес выраженных нарушений. Настроение у пациентов приобретало стойкий пессимистический оттенок, крайне редко – эйфорический. У больных появлялась отрицательная аффективная заряженность, сопровождавшаяся аффективной неустойчивостью и нарушением адекватности, дифференцированности и интенсивности эмоциональных переживаний. Явления адинамии со снижением побуждений, интереса, активности и личной инициативы у больных по решению производственных и семейных проблем приводили к нарушению адаптации их в коллективе и семье. Высокий удельный вес астено-невротических расстройств определял истероформно-дистимический оттенок, значительный вклад астеновегетативных нарушений формировал тревожно-дистимический вариант, а неврозоподобные расстройства придавали sensitивно-дистимический характер аффективной форме РПБ.

Облигатными в клинической картине неврозоподобной формы РПБ выступали sensitивно-дистимические расстройства. Личность больных была изменена по sensitивному типу. Спектр факультативных расстройств приобретал аффективно-астеновегетативно-ипохондрический вид. Для больных с sensitивно-дистимическими расстройствами типичными были высокая степень ранимости и астенизации, чувство беспомощности и неполноценности, яркая выразительность

и психологическая понятность страданий, отчетливая соматовегетоипохондрическая фиксация, пессимистичность и подавленность настроения. Слабо выраженными и сглаженными были суточные колебания и явления витальности настроения у пациентов. Обращала на себя внимание личностная сохранность больных, несмотря на обилие у них жалоб психиатрического и соматического плана. Изменения личности по sensitивному типу создавали внешнее впечатление о связи психической травматизации у пациентов с «функциональными» эмоциональными расстройствами. В связи с этим обстоятельством данная форма РПБ и получила название неврозоподобной. Однако расстройства эмоций у больных носили не функциональный и не эндогенный, а органический sensitивно-дистимический характер. При этом наблюдались личностная сохранность больных, их высокая активность и заинтересованность в лечении, наличие правильных установок на будущее и хорошая адаптация в семье. Тем не менее, рассмотренный патологический процесс приводил к значительному падению трудоспособности, что существенно снижало вероятность возврата таких больных на службу и повышало риск инвалидизации [4].

Первой формой РПБ, в которой грубые изменения личности становились определяющими в клинической картине болезни, являлась РПБ с грубыми изменениями личности по аффективному типу, которые деформировали мышление пострадавших в сторону аффективной логики. Мышление у них в силу этого становилось кататимным. Суждения, умозаключения, оценки и другие мыслительные процессы у больных определялись степенью «аффективной измененности (заряженности)» личности. В еще большей степени аффективная логика обуславливала поведение, поступки и действия больных. Наряду с грубыми изменениями личности по аффективному типу, формообразующими становились кататимно-дистимические расстройства. Факультативные расстройства состояли из аффективно-астеноипохондрически-неврозоподобно-невротического спектра, которые придавали целый ряд оттенков данной форме РПБ. Отчетливое профессиональное снижение, осознание и крайне болезненное переживание этого больными, чрезмерная категоричность в суждениях, кататимность мышления и нетерпимость критики в свой адрес резко ограничивали их адаптацию в трудовом или воинском коллективе. Несом-

стоятельность при разрешении бытовых, ранее незатруднительных вопросов, усугубляла у них чувство собственной неполноценности и в еще большей степени заостряла ранимость, неуживчивость и конфликтность больных в семье. При этом усиливалась фиксация в памяти отрицательно окрашенных событий.

Прогрессирование мозговых поражений, увеличение частоты и степени выраженности психосоматической патологии приводили к качественному видоизменению клинической картины РПБ в ее ипохондрический вариант. Изменения личности приобретали сенситивно-ипохондрический характер. Обязательными становились ипохондрически-дистимические расстройства. Спектр факультативных нарушений имел астеноневрозоподобно-аффективно-сенестопатический вид. Постоянной основой, определявшей ядерные и факультативные расстройства, являлись глубинные изменения внутренней среды организма. Однако, несмотря на прогрессирование системных поражений организма, имевшаяся у больных патологическая убежденность о тяжелом характере своих заболеваний не соответствовала действительности. Подозревая наличие у себя «неизлечимо-смертельных» заболеваний, больные испытывали глубокие страдания. При данной форме РПБ имел место процесс переноса пациентами реально существовавшего высокого риска онкологических и других тяжелых заболеваний из будущего в настоящее. Доминирование в сознании больных мыслей о завершении их «программы жизни», предчувствие «наступления окончания, обрыва жизни» были обусловлены глубинным биологическим процессом ускоренного старения организма в виде процесса «запрограммированной» гибели клеток под влиянием «малых» доз радиации. Высокий удельный вес резко выраженных астенических, неврозоподобных, аффективных и особенно сенестопатических расстройств у больных обеспечивал стойкость ипохондрически-дистимических нарушений [3].

При РПБ с грубыми изменениями личности по аффективно-неустойчивому типу у больных блекла борьба мотивов и сужался диапазон целесообразного реагирования. Формообразующей становилась аффективно-дистимическая неустойчивость, которая и предопределяла характер поведения больных. Спектр факультативных расстройств имел вид аффективно-астеноипохондрически-неврозоподобного. Факультативные расстройства играли у больных роль пускового механизма

аффективно-дистимической неустойчивости. Единым звеном патологического процесса выступала клеточная гипоксия. Наиболее чувствительными к гипоксии являлись лобные доли головного мозга, что и находило свое проявление в грубых изменениях личности по аффективно-неустойчивому типу.

Облигатными при сенестопатической форме РПБ становились сенестопатически-дистимические расстройства. Изменения личности у больных трансформировались в тревожно-ипохондрический вариант. Спектр факультативных расстройств приобретал ипохондрически-неврозоподобно-аффективно-астенообсессивно-фобический вид. Отличительной особенностью этой формы РПБ являлось наличие самого высокого удельного веса обсессивно-фобических нарушений (9%) в сравнении со всеми другими формами РПБ. Наблюдался отчетливый параллелизм между ростом частоты и степенью выраженности психических расстройств и аналогичными показателями полиорганной соматической патологии. Явления остеопороза и морфологические повреждения слизистых оболочек у больных служили источником возникновения крайне неприятных и тягостных ощущений, которые с трудом поддавались самоописанию.

РПБ с грубыми изменениями личности по аффективно-ипохондрическому типу завершала ряд клинических форм средней степени тяжести при преимущественном поражении лобных долей головного мозга. Аффективно-дистимическая неустойчивость по ипохондрическому типу выступала обязательным симптомом этой формы РПБ. Стереотип реагирования аффективно-дистимической неустойчивости по ипохондрическому типу имел элементы импульсивности и пароксизмальности. Факультативные нарушения приобретали аффективно-астеноипохондрически-неврозоподобный вид. Аффективная заряженность больных на фоне выраженной астении с ипохондрической фиксацией и высоким удельным весом неврозоподобных расстройств выступала в качестве основы для запуска механизма реагирования аффективно-дистимической неустойчивости по ипохондрическому типу.

Следующей формой РПБ средней степени тяжести, при превалировании поражений височных областей головного мозга, являлась РПБ с обсессивно-фобическими расстройствами. Ведущими изменениями личности становились обсессивно-ипохондрические.

Облигатные расстройства приобретали характер обсессивно-фобически-дистимических. Спектр факультативных нарушений был представлен равномерно ипохондрически-неврозоподобно-аффективно-астеническими расстройствами. Специфические изменения характера и факультативные расстройства способствовали непомерному расширению круга обсессивно-фобических нарушений у пострадавших. Обостренное самонаблюдение с навязчивой фиксацией любых изменений самочувствия и функционирования внутренних органов служили у больных источником возникновения самых разнообразных навязчивых переживаний, опасений и страхов. Характер и топика изменений деятельности внутренних органов отражались в структуре обсессивно-фобических нарушений [5].

Вовлечение в деструктивный патологический процесс лобных долей в сочетании с подкорковыми и стволовыми отделами головного мозга приводило к формированию тяжелых форм РПБ. К числу последних относилась РПБ с грубыми изменениями личности по эксплозивному типу. Обязательной симптоматикой при данной форме РПБ выступала аффективно-дистимическая неустойчивость по эксплозивному типу. Доминирование протопатической эффективности над эпикритическими чувствами проявлялось взрывчатостью и импульсивностью в реакциях больных. Мнестические расстройства сочетались с непродуктивностью мышления, оскудением творческой деятельности больных и отчетливыми признаками инвалидизации. Разнообразие вариантов данной формы РПБ определялось факультативными расстройствами, входившими в астеноаффективно-ипохондрически-неврозоподобно-амнестический спектр.

Прогрессирование патологического процесса с углублением поражения рецепторного аппарата внутренних органов и более обширным распространением очагов поражения на височно-теменно-затылочные отделы коры головного мозга приводило к нарушению процессов сенсорного синтеза. При РПБ с психосенсорными расстройствами возникновение дезинтеграции сенсорных функций наступало пароксизмально на фоне дистимически дезорганизованного сознания. Обязательными становились психосенсорно-дистимические расстройства. Изменения личности приобретали характерный ригидно-дистимический тип. Спектр факультативных расстройств имел вид ипохондрически-аффективно-неврозоподобно-астенического.

РПБ с грубыми изменениями личности по апатическому типу проявлялась отчетливыми дефицитарными признаками. У больных отсутствовала энергия, были резко снижены активность и инициатива. Больные были аспонтанными, адинамичными, не стремились к общению и деятельности, большую часть времени проводили в одиночестве и в постели. У пострадавших нарастали признаки выраженного интеллектуально-мнестического снижения. Обязательным расстройством становилась аффективно-дистимическая неустойчивость по апатическому типу. Факультативные симптомы обуславливали целый ряд разновидностей данной формы РПБ и имели астеноаффективно-ипохондрически-амнестически-неврозоподобный вид. Резко выраженная степень психоорганических расстройств в сочетании с грубыми системными соматическими поражениями приводили к быстрым темпам «руинирования» личности больных и их стойкой инвалидизации [6].

Облигатными признаками РПБ с вербальным галлюцинозом становились стойкие слуховые галлюцинаторно-дистимические расстройства. Как правило, у больных имело место сочетание слуховых галлюцинаций с интра- и экстрапроекцией. У пациентов отсутствовала стройная система бредовой интерпретации галлюцинаторных переживаний. На высоте переживаний у больных появлялись нестойкие явления психического автоматизма. Изменения личности приобретали адинамически-дистимический характер. В спектре факультативных нарушений преобладали неврозоподобные, аффективные, ипохондрические и астенические расстройства. Стойкость болезненных расстройств, частые и длительные госпитализации, отсутствие качественных длительных ремиссий приводили к быстрой инвалидизации больных.

При РПБ с паркинсоническими расстройствами наблюдалось преимущественное вовлечение в патологический процесс лобных долей в сочетании с поражением подкорковых образований головного мозга. Обязательными становились паркинсонически-дистимические расстройства. У больных нарастали аспонтанность с амимией, акинезией, скованностью движений, повышением мышечного тонуса, феноменами зубчатого колеса, восковой гибкости и застыванием в приданных позах. Изменения личности по торпидно-дистимическому типу во многом определяли характер реагирования больных. Больные становились чрезмерно ранимыми, чувствительными к мелким

неприятностям, крайне болезненно переживали свою беспомощность и несостоятельность в быту. У них резко снижались интеллектуальные способности до уровня однообразных, шаблонных и стереотипных умозаключений. Факультативные расстройства имели аффективно-амнестически-ипохондрически-астено-неврозоподобный вид. Скованность движений, нарушения речи и памяти, беспомощность и несостоятельность в быту приводили к глубокой инвалидизации больных и необходимости ухода за ними.

Последовательная смена тяжелых форм РПБ от психосенсорных расстройств к вербальному галлюцинозу и далее к этапу паранойяльных расстройств была обусловлена последовательным вовлечением в патологический процесс высших сенсорных функций, функций восприятия и мышления. При РПБ с паранойяльными расстройствами облигатными становились паранойяльно-дистимические нарушения. В основе паранойяльных установок у больных были конкретные личностно-значимые проблемы или вопросы социальной справедливости. Низкая «продуктивность борьбы» за указанные выше проблемы, вследствие «пошатнувшегося здоровья», сопровождалась дистимическим реагированием пациентов. Высокий темп «руинирования» личности в сочетании с грубой соматической патологией приводили к стойкой инвалидизации больных. Факультативные расстройства придавали данной форме РПБ своеобразную окраску и имели аффективно-неврозоподобно-ипохондрически-астенический вид [3].

Следующей клинической формой при преимущественном поражении лобных долей головного мозга была РПБ с синкопальными состояниями. В патологический процесс вовлекались подкорковые и стволовые образования головного мозга, что приводило к снижению порога пароксизмальной активности. Неблагоприятные воздействия, усиливавшие гипоксию головного мозга, провоцировали у больных пароксизмально возникавшие расстройства сознания в виде синкопальных состояний, как правило, не сопровождавшихся падением пациентов, полным выключением у них сознания и амнезией. Формообразующими становились синкопально-дистимические расстройства. Изменения личности у больных приобретали эпилептиформно-дистимический характер. Факультативные нарушения входили в аффективно-амнестически-ипохондрически-астенический спектр.

Наличие облигатной и факультативной симптоматики данной формы РПБ свидетельствовало о грубом деструктивно-органическом патологическом процессе в головном мозге.

Очередной стадией преимущественного поражения височных областей головного мозга являлось формирование РПБ с депрессивно-параноидными расстройствами. Различные оттенки депрессивно-параноидным расстройствам придавала факультативная симптоматика, имевшая спектр аффективно-неврозоподобно-ипохондрически-амнестически-астенический. Отчетливая дефицитарная симптоматика проявлялась в изменениях личности больных по гипобулически-дистимическому типу.

Наиболее тяжелым состоянием являлось формирование РПБ с грубыми интеллектуально-амнестическими расстройствами. Формообразующими становились дементно-амнестические расстройства и изменения личности по самодовольно-беспечному типу. В грубый деструктивно-органический процесс вовлекались большинство отделов головного мозга. Абсолютно доминирующее положение занимала грубая степень расстройств. Факультативные расстройства имели синкопально-неврозоподобно-ипохондрически-астеноаффективный вид. Пиковых показателей достигали частота и степень выраженности соматической патологии. Таковы особенности основных клинических форм РПБ [6].

Существовавшее в отечественной клинической радиологии представление о безопасности для человека облучения в дозе до 35 бэр оказалось поколебленным результатами изучения в динамике состояния здоровья участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.

Сложившееся положение дел, при котором затруднялись клиническая диагностика, проведение лечебно-реабилитационных мероприятий и социально-трудовая экспертиза при нервно-психических и психосоматических расстройствах у ликвидаторов, потребовало пересмотреть устоявшиеся взгляды на безвредность «малых» доз радиации и приступить к разработке концептуально новых подходов, позволяющих адекватно решать поставленные радиационной катастрофой задачи.

Знание эволюции радиационной психической травмы легло в основу созданного алгоритма установления причинной связи между воздействием радиационного фактора и последующими нервно-психическими и психо-

соматическими расстройствами у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Диагностика радиационной психосоматической болезни у ликвидаторов аварии в отдаленном периоде основывалась на анализе жалоб больных с учетом особенностей клинико-динамического стереотипа формирования расстройств, клинических проявлений облигатных и факультативных расстройств и изменений личности. При этом учитывались также особенности патологии внутренних органов и изменений внутренней среды организма. Важное значение для диагностики имели данные электроэнцефалографии, компьютерной томографии головного мозга и экспериментально-психологического исследования пациентов.

Для проведения дифференциальной диагностики психических расстройств при РПБ и других формах лучевой патологии были использованы наиболее информативные признаки, такие как уровни облучения организма и поражаемые органы, характер возникновения и течения расстройств, варианты динамики расстройств и их связь с очаговым фак-

тором, спектр синдромальных расстройств и их устойчивость, влияние личности на расстройства и корреляция объективных изменений с субъективными переживаниями, характерные изменения памяти и типичные расстройства эмоций, зависимость психических расстройств от соматической патологии и специфические цитогенетические изменения (табл. 2).

Основные лечебно-реабилитационные мероприятия в процессе динамического наблюдения за ликвидаторами с РПБ включали три направления. К этиопатогенетическому направлению были отнесены следующие мероприятия: удаление из организма радионуклидов и радиотоксинов, назначение антиоксидантной и антигипоксантной терапии, а также проведение психотерапии. Специфически-симптоматическая терапия включала заместительную и ноотропную терапию, активизацию мозгового кровообращения, терапию нейролептиками, антидепрессантами, транквилизаторами и снотворными, а также коррекцию нарушений со стороны соматической сферы и внутренней среды организма.

Таблица 2

Дифференциально-диагностические признаки различных форм лучевой патологии

Дифференциально-диагностический признак	Острая лучевая болезнь	Хроническая лучевая болезнь	РПБ
Уровень облучения организма	Значительно превышает 100 бэр	Незначительно превышает 100 бэр	Не превышает 100 бэр
Пораженные органы и системы	Тотальное поражение, критические органы	Критические органы	Системное поражение
Характер возникновения расстройств	Критический	Литический	Литический
Течение расстройств	Генерализованное или прогрессирующее	Прогрессирующее	Самодвижение
Варианты динамики расстройств	Редукция предшествующих	Редукция предшествующих	Наслоения на предшествующие
Связь с очаговым фактором	Не определяется	Неотчетливая	Отчетливая
Спектр синдромальных расстройств	Синдромы «выключения» и нарушения сознания, судорожные, аффективные и астенические расстройства	Однообразие неврозоподобных и психоорганических расстройств	Многообразие неврозоподобных и психоорганических расстройств
Устойчивость расстройств	Неустойчивы	Относительно устойчивы	Устойчивы
Влияние личности	Не определяется	Незначительное	Значительное
Корреляция между объективными изменениями и субъективными переживаниями	Не определяется	Незначительная	Значительная
Характерные мнемические расстройства	Амнезии	Фиксационная амнезия	Радиационная мнемическая старость
Типичные расстройства эмоций	Гипо- или гипертимии	Гипо- или гипертимии	Дистимии
Зависимость психических расстройств от соматической патологии	Резко выражена	Выражена	Слабо выражена
Специфические цитогенетические изменения	Интерфазная гибель клетки	Интерфазная гибель клетки	Явления апоптоза

Таблица 3

Показатели модели, позволяющей прогнозировать наличие радиационной психической травмы

Параметр	Клинический признак радиационной психической травмы	Коэффициент группы лиц с оптимальным типом адаптации	Коэффициент группы лиц с неоптимальным типом адаптации
$x_1$	Раздражение на замечания	0,220	1,385
$x_2$	Чувство беспокойства	0,460	1,852
$x_3$	Отвлекаемость внимания	0,583	0,640
$x_4$	Тревога	0,297	0,735
$x_5$	Гиперемия кожи лица	-0,309	0,009
$x_6$	Усиленное сердцебиение	0,127	0,322
$x_7$	Неточность координации движений	0,429	0,731
$x_8$	Повышенная активность в работе	-0,385	0,755
Константа		-0,952	-3,144

Повышение неспецифической резистентности организма осуществлялось назначением терапии актопротекторами, адаптогенами, бальнеотерапии, физиотерапии и использованием методов нетрадиционной терапии [4].

Главным направлением профилактики радиационной психической травмы у ликвидаторов аварии являлась их защита от воздействия радиационно-токсических, неблагоприятных климато-физических, негативных информационно-организационных и психотравмирующих факторов. Важную роль играло также повышение уровня профессиональной подготовленности персонала, выполнявшего задачи в очаге радиоактивного заражения.

Для своевременного выявления в очаге радиоактивного заражения ликвидаторов с радиационной психической травмой была разработана простая и удобная в практической работе врача математическая модель, созданная на базе линейного дискриминантного анализа из пакета прикладных программ BMDP-77. Модель позволяет в 82,7% случаев правильно распознать радиационную психическую травму и неблагоприятные варианты ее эволюции у ликвидаторов радиационных аварий. В табл. 3 приводятся показатели линейных классификационных функций, позволяющие прогнозировать наличие радиационной психической травмы у ликвидаторов аварии на ЧАЭС.

В модели клинические признаки радиационной психической травмы (см. табл. 3) имеют градации выраженности: 0 – признак отсутствует; 1 – признак выражен умеренно; 2 – признак выражен; 3 – признак резко выражен. При оценке модели принимается решение в пользу той группы лиц ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, для которой значения линейных классификационных функций клинических признаков были достоверно больше.

Проведенное исследование подтвердило клиническую реальность, заключающуюся в том, что выявление различных клинических форм РПБ позволяет прогнозировать адаптационные резервы организма и степень сохранности личности, качество ремиссий и вероятность инвалидизации пострадавших, а также принимать экспертное решение о годности к военной службе участников ликвидации аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде [5].

### Литература

1. Краснов В. Н., Литвинцев С. В., Резник А. М., Рудой И. С. Психические и психосоматические расстройства // Ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции : руководство для врачей / под ред. С. С. Алексанина. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2008. С. 172–183.
2. Нечипоренко В. В., Литвинцев С. В., Рудой И. С. [и др.]. Некоторые этиопатогенетические механизмы формирования радиационной психосоматической болезни // Организационные, клинические и психологические аспекты психосоматической медицины : материалы науч.-практ. конф. СПб., 1996. С. 20–21.
3. Нечипоренко В. В., Рудой И. С. Динамика психического и соматического здоровья облучённых «малыми» дозами при аварии на Чернобыльской АЭС // Актуальные проблемы психиатрии катастроф. СПб., 1997. С. 152–165.
4. Нечипоренко В. В., Боржак М. П., Рудой И. С., Литвинцев С. В. [и др.]. Радиационная психосоматическая болезнь у лиц, подвергшихся воздействию экстремальных факторов аварии на Чернобыльской АЭС : метод. пособие. СПб., 1997. 68 с.
5. Нечипоренко В. В., Литвинцев С. В., Рудой И. С. Концепция радиационной психической травмы // Социальная и клиническая психиатрия. 1996. Т. 6, № 2. С. 72–78.
6. Нечипоренко В. В., Рудой И. С., Зун С. А., Шелепина Е. П. Экстремальные факторы и патогенез радиационной психосоматической болезни у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС //

Актуальные проблемы военной психиатрии : материалы всерос. юбил. науч.-практ. конф. СПб. : Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова, 2011. 266 с.

7. Расстройства психосоматического спектра: патогенез, диагностика, лечение: руководство для врачей / под ред. Г.И. Сторожакова, В.К. Шамрея. СПб. : СпецЛит, 2014. 303 с.

8. Сметанников П.Г. Психиатрия: руководство для врачей. Изд. 6-е, перераб. и доп. М. : Мед. книга, 2007. 784 с.

9. Симбирцев С.А., Беляков Н.А. Патологические аспекты эндогенных интоксикаций // Эндогенные интоксикации: материалы междунар. симпози. СПб., 1994. С. 5–9.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

## Radiation psychosomatic illness in liquidators of Chernobyl NPP disaster

Shamrej V.K.<sup>2</sup>, Chistyakova E.I.<sup>1</sup>, Matycina E.N.<sup>1</sup>, Nechiporenko V.V.<sup>2</sup>, Rudoj I.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2);

<sup>2</sup>The Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6)

Vladislav Kazimirovich Shamrej – Dr. Med. Sci. Prof., Head of Psychiatry Department, Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6); e-mail: prof.shamrej@yandex.ru;

Elena Ivanovna Chistyakova – medical psychologist, Clinical Psychology Department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: elen.chis@mail.ru;

Evgenija Nikolaevna Matycina – PhD Psychol. Sci., medical psychologist, Clinical Psychology Department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: psychologist88@bk.ru;

Valerij Vladimirovich Nechiporenko – Dr. Med. Sci. Prof., Psychiatry Department, Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6); e-mail: abritalin@mail.ru;

✉ Ivan Stepanovich Rudoj – Dr. Med. Sci. Associative Prof., Clinical Psychology Department Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2).

**Abstract.** Due to the Chernobyl accident, a lot of persons were exposed to «low»-dose radiation followed by various neuropsychiatric and psychosomatic disorders in the long term. Further, disability and mortality rates in them increased. The article describes mental effects of radiation disaster, stages of formation and clinical manifestations of radiation psychosomatic illness, its diagnosis, treatment and prevention.

**Keywords:** emergency situation, Chernobyl Nuclear Power Plant, radiobiology, liquidators, radiation psychosomatic illness, stressful factors, neuro-psychiatric disorders.

### References

1. Krasnov V.N., Litvintsev S.V., Reznik A.M., Rudoi I.S. Psikhicheskie i psikhosomaticheskie rasstroistva [Mental and psychosomatic disorders]. Likvidatory posledstviy avarii na Chernobyl'skoi atomnoi elektrostantsii [Guide for Physicians: The liquidators of the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. Ed. S.S. Aleksanin. Sankt-Peterburg. 2008. Pp. 172–183. (In Russ)
2. Nechiporenko V.V., Litvintsev S.V., Rudoi I.S., Sergienko A.V., Shelepina E.P. Nekotorye etiopatogeneticheskie mekhanizmy formirovaniya radiatsionnoi psikhosomaticheskoi bolezni [Some etiopathogenic mechanisms of radiation psychosomatic illness]. *Organizatsionnye, klinicheskie i psikhologicheskie aspekty psikhosomaticheskoi meditsiny* [Organizational, clinical and psychological aspects of Psychosomatic Medicine]: Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 1996. Pp. 20–21. (In Russ)
3. Nechiporenko V.V., Rudoi I.S. Dinamika psikhicheskogo i somaticheskogo zdorov'ya obluchennykh «malymi» dozami pri avarii na Chernobyl'skoi AES [The dynamics of the mental and physical health of people irradiated by «small» doses during the Chernobyl accident]. *Aktual'nye problemy psikhii katastrof* [Actual problems of disaster psychiatry]: Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 1997. Pp. 152–165. (In Russ)
4. Nechiporenko V.V., Borzhak M.P., Rudoi I.S., Litvintsev S.V. [et al.]. Radiatsionnaya psikhosomaticheskaya bolezni' u lits, podvergnutym ekstremal'nykh faktorov avarii na Chernobyl'skoi AES [Radiation psychosomatic disease among persons exposed to extreme factors of the Chernobyl accident]. Sankt-Peterburg. 1997. 68 p. (In Russ)
5. Nechiporenko V.V., Litvintsev S.V., Rudoi I.S. Kontseptsiya radiatsionnoi psikhicheskoi travmy [The concept of radiation trauma]. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikhiiatriya* [Social and Clinical Psychiatry]. 1996. Vol. 6, N2. Pp. 72–78. (In Russ)
6. Nechiporenko V.V., Rudoi I.S., Zun S.A., Shelepina E.P. Ekstremal'nye faktory i potogenez radiatsionnoi psikhosomaticheskoi bolezni u likvidatorov avarii na Chernobyl'skoi AES [Extreme factors and pathogenesis of the radiation psychosomatic disease in liquidators of the Chernobyl accident]. *Aktual'nye problemy voennoi psikhiiatrii* [Actual problems of military psychiatry] : Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2011. 266 p.
7. Rasstroistva psikhosomaticheskogo spektra: patogenez, diagnostika, lechenie [Disorders of the psychosomatic spectrum: pathogenesis, diagnosis, treatment: A Guide for Physicians]. Eds.: G. I. Storozhakov, V. K. Shamrei. Sankt-Peterburg. 2014. 303 p. (In Russ)
8. Smetannikov P.G. Psikhiiatriya [Psychiatry]. Moskva. 2007. 784 p. (In Russ)
9. Simbircev S. A., Belyakov N. A. Patofiziologicheskie aspekty endogennykh intoksikatsii [The pathophysiological aspects of endogenous intoxication]. *Endogennye intoksikatsii* [Endogenous intoxications] : Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 1994. Pp. 5–9. (In Russ)

Received 20.02.2016

**For citing.** Shamrej V.K., Chistyakova E.I., Matycina E.N., Nechiporenko V.V., Rudoj I.S. Radiatsionnaya psikhosomaticheskaya bolezni' u likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 21–33. (In Russ.)

Shamrej V.K., Chistyakova E.I., Matycina E.N., Nechiporenko V.V., Rudoj I.S. Radiation psychosomatic illness in liquidators of Chernobyl NPP disaster. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 21–33. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-21-33

## К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ УРОВНЯ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ – ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

<sup>1</sup> Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6);

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины (Россия, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, д. 65)

Изучена связь между многолетней динамикой изменений уровня заболеваемости по классу болезней системы кровообращения (IX класс МКБ-10) у военнослужащих – ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС, дозой и возрастом на момент участия в аварийно-восстановительных работах. Установлено, что в первые 15 лет после аварии уровень заболеваемости по классу болезней системы кровообращения у военнослужащих – ликвидаторов вырос в 6 раз (с 25 до 145%) преимущественно за счет гипертонической и ишемической болезней сердца. В последующие годы отмечалось понижение уровня заболеваемости до 60–75%. Динамика изменений уровня заболеваемости зависела от возраста на момент заезда для ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС: чем моложе были ликвидаторы в этот период, тем раньше развивались и быстрее прогрессировали проявления патологии системы кровообращения. Не обнаружено связи между ростом заболеваемости по классу болезней системы кровообращения и величиной поглощенной дозы радиационного воздействия.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, радиобиология, ликвидатор, заболеваемость, болезни системы кровообращения, доза облучения.

### Введение

Многочисленные исследования убедительно свидетельствуют, что болезни системы кровообращения (IX класс МКБ-10) устойчиво занимают ведущее место в общей структуре заболеваемости ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) [2, 9, 12]. Именно эта патология определяет максимальный уровень стойкой утраты работоспособности и смертности [1, 13].

В целом ряде работ показано, что (по крайней мере в первые 10–15 лет после аварии) динамика заболеваемости ликвидаторов по классу болезней системы кровообращения имеет выраженную тенденцию к повышению [1, 6, 7]. Особенно отмечается рост заболеваемости артериальной гипертонией и ишемической болезнью сердца [2, 9].

В значительно меньшей степени исследована динамика указанных нарушений в более поздние сроки после аварии. Данные по этому вопросу немногочисленны (что может быть связано с определенным снижением интереса к проблеме по мере отдаления даты трагических событий) и противоречивы.

Между тем, актуальность проблемы отдаленных последствий аварии, в том числе и в отношении патологии системы кровообращения, безусловно, сохраняется и в настоящее время. Дело в том, что наиболее многочисленный контингент ликвидаторов (а это люди, которым в период аварии было 30–40 лет) в настоящее время вступили в тот возраст, когда болезни системы кровообращения становятся ведущими в танатогенезе [3].

Предполагается, что среди факторов, влияющих на заболеваемость ликвидаторов, существенную роль играет их возраст на момент участия в радиационно-опасных работах [15, 16]. Значение этого фактора в формировании патологии системы кровообращения в отдаленные сроки после аварии изучено недостаточно, что и явилось основанием для выполнения настоящей работы, цель которой заключалась в исследовании зависимости многолетней динамики изменений уровня заболеваемости по классу болезней системы кровообращения у военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС от их возраста в период выполнения аварийно-восстановительных работ и полученной дозы радиационного воздействия.

✉ Легеза Владимир Иванович – д-р мед. наук проф., засл. деят. науки России, ст. науч. сотр. нач. науч.-исслед. лаб. (радиационный регистр), Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); Резник Владимир Михайлович – канд. мед. наук, нач. науч.-исслед. лаб. (радиационный регистр), Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: r\_dmv@mail.ru;

Пимбурский Виктор Фёдорович – канд. мед. наук, вед. науч. сотр. клинич. отд., Науч.-исслед. ин-т пром. и мор. медицины (Россия, 196143, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, д. 65).

### Материал и методы

Объект исследования составили военнослужащие, принимавшие участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986–1988 гг. и состоящие на учете во Всеармейском медицинском регистре Минобороны России Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова.

Проанализировали статистические карты динамического наблюдения ликвидаторов за период 1986–2014 гг., т. е. за 29 лет, прошедшие с момента их участия в работах по ликвидации последствий аварии.

Из указанного контингента сформировано 7 групп, ранжированных в зависимости от поглощенной дозы радиационного воздействия (3 группы) и возраста на момент выполнения аварийно-восстановительных работ (4 группы). Общая численность военнослужащих – ликвидаторов составила более 17,2 тыс (табл. 1). По возрасту на момент заезда на ликвидацию последствий аварии военнослужащих 1-й группы было 34%, 2-й – 45%, 3-й – 16%, 4-й – 5%.

В соответствии с классификацией [14] учитывали наличие следующих наиболее частых нозологических форм болезней системы кровообращения: гипертоническая болезнь (ГБ) (I10–I15 по МКБ-10), ишемическая болезнь

сердца (ИБС) (I20 по МКБ-10), нейроциркуляторная астения (НЦА) (F45.3 по МКБ-10), инфаркт миокарда (ИМ) (I21 по МКБ-10), болезни артерий (БА) (I70–I77 по МКБ-10), включающие атеросклероз, тромбангиит и др., а также болезни вен (БВ) (I80–I87 по МКБ-10), включающие варикозное расширение, флебит и др.

При изучении многолетней динамики уровня заболеваемости болезнями системы кровообращения использовали метод ретроспективного эпидемиологического анализа [4]. Статистический анализ полученных данных провели с помощью пакета прикладных статистических программ SPSS for Windows 12.0.

### Результаты и их анализ

Проведенные исследования показали, что в течение анализируемого периода (1986–2014 гг.) наиболее низкий уровень заболеваемости по классу системы кровообращения наблюдался в первый год после аварии (табл. 2). Начиная с 1987 г., значение этого показателя неуклонно увеличивалось, достигнув максимума спустя 15 лет после катастрофы: в этот период уровень заболеваемости превышал значение соответствующего показателя в 1986 г. в 6 раз.

Таблица 1

Группы военнослужащих – ЛПА на ЧАЭС (1986–2014 гг.)

Период, год	Группа военнослужащих							Всего
	поглощённая доза, сЗв			возраст в момент заезда на ликвидацию аварии, лет				
	10 и менее	10–20	более 20	1-я (25–30)	2-я (31–40)	3-я (41–50)	4-я (более 50)	
1986	242	1318	264	586	769	365	104	1824
1990	3391	1606	291	1598	2570	985	235	5388
1995	1596	1254	289	875	1462	585	217	3139
2000	1107	901	207	725	900	427	163	2215
2005	951	732	149	690	678	350	114	1832
2010	805	695	103	592	798	213	–	1603
2014	592	538	80	705	505	–	–	–
Итого	8684	7044	1383	5771	7682	2925	833	17211

Таблица 2

Уровень заболеваемости военнослужащих – ликвидаторов по классу болезней системы кровообращения в период 1986–2014 гг. в зависимости от биологического возраста и поглощённой дозы излучения, (M ± m) %

Период, год	Возраст, лет	Поглощённая доза, сЗв	Уровень заболеваемости, %						Всего
			ГБ	ИБС	НЦА	ИМ	БА	БВ	
1986	36 ± 2	16 ± 2	3 ± 1	3 ± 1	8 ± 3	0 + 1	6 ± 2	4 ± 2	24 ± 4
1990	39 ± 1	9 ± 1	8 ± 2 <sup>1</sup>	11 ± 2 <sup>1</sup>	36 ± 4 <sup>1</sup>	0 + 1	6 ± 3	4 ± 2	65 ± 3 <sup>1</sup>
1995	46 ± 1	11 ± 2	26 ± 3 <sup>2</sup>	24 ± 4 <sup>2</sup>	30 ± 3 <sup>1</sup>	5 ± 2 <sup>1</sup>	16 ± 4 <sup>1,2</sup>	9 ± 3	110 ± 6 <sup>2</sup>
2000	48 ± 2	9 ± 3	35 ± 4 <sup>1,2</sup>	40 ± 5 <sup>1,2,3</sup>	25 ± 4 <sup>1</sup>	11 ± 3 <sup>1,2,3</sup>	21 ± 5 <sup>1,2</sup>	13 ± 3 <sup>1,2</sup>	145 ± 8 <sup>3</sup>
2005	54 ± 1	10 ± 4	25 ± 3 <sup>1,2</sup>	26 ± 3 <sup>1,2,4</sup>	5 ± 2 <sup>2,3,4</sup>	9 ± 3 <sup>1,2</sup>	5 ± 2 <sup>3,4</sup>	4 ± 2 <sup>4</sup>	74 ± 6 <sup>1,3,4</sup>
2010	58 ± 2	10 ± 1	14 ± 2 <sup>1</sup>	26 ± 4 <sup>1,2,4</sup>	4 ± 1 <sup>2,3,4</sup>	10 ± 3 <sup>1,2</sup>	6 ± 2 <sup>3,4</sup>	4 ± 1 <sup>4</sup>	64 ± 5 <sup>1,3,4</sup>
2014	60 ± 2	13 ± 2	16 ± 4 <sup>1</sup>	26 ± 5 <sup>1,2,4</sup>	2 ± 1 <sup>2,3,4</sup>	10 ± 3 <sup>1,2</sup>	7 ± 4 <sup>3,4</sup>	4 ± 2 <sup>4</sup>	65 ± 6 <sup>1,3,4</sup>

Различия достоверны при p < 0,05 по сравнению: <sup>1</sup> с 1986 г.; <sup>2</sup> с 1990 г.; <sup>3</sup> с 1995 г.; <sup>4</sup> с 2004 г.

В последующие 15 лет значения показателя сохранялись на уровне 65–75‰, т. е. были в 2,5–3 раза выше, чем в первый год после аварии.

В первые 5 лет после аварии основной прирост заболеваемости был обусловлен увеличением уровня нейроциркуляторной астении (с 8 до 36‰) и, в меньшей степени, гипертонической болезни и ишемической болезни сердца (см. табл. 2). В последующие 5 лет, помимо сохранявшегося повышенного уровня НЦА, значительно (в 8–10 раз по сравнению с 1986 г.) выросла заболеваемость ГБ и ИБС. В совокупности эти три нозологические формы составили более 80% от общей заболеваемости ликвидаторов по классу болезней системы кровообращения в этот период (10 лет после аварии).

Как уже отмечалось выше, максимальный уровень заболеваемости по изучаемому классу отмечен спустя 15 лет после аварии – 145‰. Как и в предыдущие годы, наиболее весомый вклад в этот показатель внесли ГБ, ИБС и НЦА, уровень которых возрос по сравнению с 1986 г. в 3–5 раз и составил в совокупности 100‰ (см. табл. 2).

Важно отметить также существенный рост развития ИМ, уровень которого в этот период составил 11‰.

В последующие годы (период с 2001 по 2014 г.) уровень заболеваемости ликвидаторов по классу болезней системы кровообращения стабилизировался на величинах 65–75‰, что оказалось в 3 раза выше, чем в 1986 г., но вдвое ниже, чем в период максимальных значений показателя (1996–2000 гг. или спустя 10–15 лет после аварии). Основным отличием явилось преобладание в структуре патологии двух нозологических форм – ГБ и ИБС, уровень которых в совокупности составлял в этот период 40–50‰, т. е. почти 70% от общей величины показателя. Характерными для этого периода были также довольно высокий (хотя и стабильный) уровень ИМ – порядка 10‰ и резкое снижение уровня НЦА – до 2–5‰.

Пик заболеваемости болезнями артерий и вен, так же как и других видов патологии системы кровообращения (за исключением НЦА), пришелся на период 1996–2000 гг. (15–20‰), в последующие годы значения этих показателей колебались на уровне 4–7‰.

Таким образом, динамика изменений уровня заболеваемости ликвидаторов по классу болезней системы кровообращения в период с 1986 по 2014 г. характеризовалась быстрым

ростом показателя заболеваемости в первые 5–15 лет после аварии с максимумом, пришедшимся на 1996–2000 гг. (145‰) с последующим его снижением, превышающим, однако, значения 1986 г. в 2–3 раза (65–75‰).

Поскольку прямая зависимость между частотой патологии системы кровообращения и возрастом является общеизвестным фактом, представляло интерес сопоставить эти два показателя в исследуемой когорте ликвидаторов.

В первые 15 лет после аварии заболеваемость ликвидаторов по исследованному классу возрастала параллельно с увеличением их возраста со среднегодовым темпом 8‰ (см. табл. 2). Однако в последующие 15 лет такой зависимости выявить не удалось: несмотря на увеличение возраста в когорте с 2000 по 2014 г. в среднем на 12 лет, уровень заболеваемости за этот период практически не изменился.

Вторым по значимости фактором, который мог бы оказать влияние на рост сердечно-сосудистой патологии в первые 15 лет после аварии, является поглощенная доза ионизирующего излучения. Однако, как видно из табл. 2, никакой зависимости между динамикой указанных показателей в этот период и величиной поглощенной дозы выявлено не было: максимальное облучение наблюдалось в 1986 г. (16 сЗв), тогда как в течение всего последующего времени эта доза была практически одинаковой – 9–13 сЗв. Различия в значениях доз 1986 г. и последующих лет обусловлены тем, что в первый год после аварии максимально допустимая доза для ликвидаторов составляла 20 сЗв, в 1987 г. – 10 сЗв, в последующие годы – 5 сЗв.

Судя по данным литературы, серьезным фактором риска развития не только сердечно-сосудистой, но и других видов отдаленной патологии у ликвидаторов ЛПА на ЧАЭС является их возраст в момент прибытия на станцию: чем меньше последний, тем выше вероятность неблагоприятных последствий [1, 14, 15]. Данные, характеризующие влияние этого фактора на динамику заболеваемости военнослужащих – ликвидаторов по классу болезней системы кровообращения в период с 1986 по 2014 г., представлены в табл. 3.

Оказалось, что течение 1-го года после аварии все изученные показатели колебались в пределах возрастной нормы [3]. Этот факт не представляется удивительным, поскольку в подавляющем большинстве случаев к ликвидации последствий аварии в указанный

период привлекались практически здоровые лица.

В последующие 4 года после аварии (1987–1990 гг.) существенных различий в уровне патологии кровообращения у исследованных когорт также не наблюдалось, хотя возрастные различия между ними были весьма существенными: в 1-й и 4-й группе. Вне зависимости от возраста первое место в структуре занимала НЦА – 6–12%.

Лишь спустя 10–15 лет после аварии на ЧАЭС удалось выявить определенные возрастные различия в уровне патологии системы кровообращения между ликвидаторами, чей возраст на момент заезда составлял 25–30 и 50 лет и более. Эти различия были обусловлены, главным образом, более высоким уровнем заболеваемости ИБС и ГБ в «старшей» возрастной группе.

В последующие 16–29 лет после аварии на ЧАЭС различий в уровне заболеваемости в исследуемых четырех возрастных категориях также не наблюдалось. Одинаковой оказалась и структура патологии – преобладающую роль в ней играли ИБС и ГБ (60–70%).

Отсутствие существенных различий в уровне заболеваемости по классу болезней системы кровообращения в течение почти 30 лет

после аварии у лиц, чей возраст на момент заезда на ликвидацию аварии на ЧАЭС различался в 1,5–2 раза, можно объяснить только одним обстоятельством – чем моложе были ликвидаторы в период работы на станции, тем быстрее развивались у них патологические процессы, приводящие в последующие годы к манифестации сердечно-сосудистых заболеваний.

Действительно, анализ представленных в табл. 3 данных позволил выявить некоторые любопытные факты, подтверждающие это предположение. Так, максимальный уровень патологии системы кровообращения (32%) наблюдался у лиц 1-й группы (возраст на момент заезда 25–30 лет), в период 1996–2000 гг., когда ликвидаторам было 40–45 лет. Во 2-й группе (возраст на момент заезда 31–40 лет) указанный максимум (34%) отмечен в 1996–2000 и 2011–2014 гг., когда ликвидаторам было 45–55 или 65–70 лет соответственно. В 3-й группе (возраст на момент заезда 41–50 лет) максимальный уровень патологии (35%) приходился на период 1986–2000 гг., т.е. в возрасте 55–65 лет, а в 4-й группе (возраст на момент заезда 50 лет и более) соответствующий максимум (44%) наблюдался, когда возраст ликвидаторов колебался в диапазоне 65–70 лет. Аналогичные закономерности от-

Таблица 3

Уровень заболеваемости военнослужащих – ликвидаторов по классу болезней системы кровообращения в период 1986–2014 гг. в зависимости от возраста на момент заезда на ликвидацию последствий аварии на ЧАЭС, (M ± m) %

Период, год	Возраст при регистрации признака, лет	Уровень заболеваемости, %						В целом
		ГБ	ИБС	НЦА	ИМ	БА	БВ	
1986	25–30	0 ± 1	0 ± 1	1 ± 1	0 ± 1	1 ± 1	0 ± 1	2 ± 2
	31–40	0 ± 1	0 ± 1	2 ± 1	0 ± 1	1 ± 1	0 ± 1	3 ± 2
	41–50	1 ± 1	1 ± 1	2 ± 1	0 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	9 ± 3
	Более 50	2 ± 1	2 ± 1	3 ± 2	0 ± 1	2 ± 1	3 ± 2	10 ± 3
1990	30–35	1 ± 1	1 ± 1	10 ± 2	0 ± 1	1 ± 1	0 ± 1	13 ± 2
	36–45	1 ± 1	2 ± 1	12 ± 3	0 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	18 ± 4
	46–55	2 ± 1	3 ± 1	8 ± 2	0 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	16 ± 3
	56–60	4 ± 2	4 ± 2	6 ± 2	1 ± 1	1 ± 1	2 ± 1	18 ± 4
1995	36–40	4 ± 2	5 ± 1	12 ± 2	0 ± 1	3 ± 1	1 ± 1	25 ± 2
	41–50	5 ± 2	4 ± 1	10 ± 2	1 ± 1	4 ± 2	2 ± 1	26 ± 3
	51–60	8 ± 3	7 ± 2	5 ± 1	2 ± 1	4 ± 1	3 ± 1	29 ± 3
	61–65	9 ± 3	8 ± 2	3 ± 1	2 ± 1	5 ± 2	3 ± 1	30 ± 4
2000	41–45	7 ± 2	6 ± 2	11 ± 3	1 ± 1	5 ± 1	2 ± 1	32 ± 3
	46–55	8 ± 2	8 ± 3	8 ± 2	2 ± 1	5 ± 2	3 ± 1	34 ± 4
	56–65	9 ± 2	10 ± 3	4 ± 1	3 ± 1	5 ± 3	4 ± 1	35 ± 4
	66–70	11 ± 3	16 ± 4	2 ± 1	5 ± 2	6 ± 3	4 ± 2	44 ± 4
2005	46–50	6 ± 2	7 ± 1	2 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	1 ± 1	19 ± 2
	51–60	7 ± 2	6 ± 1	1 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	1 ± 1	18 ± 2
	61–70	6 ± 2	6 ± 1	1 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	1 ± 1	17 ± 2
	71–75	6 ± 1	7 ± 2	1 ± 1	3 ± 2	2 ± 1	1 ± 1	20 ± 3
2010	51–55	4 ± 1	8 ± 2	1 ± 1	3 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	19 ± 2
	61–65	5 ± 2	9 ± 2	1 ± 1	3 ± 1	2 ± 1	1 ± 1	21 ± 2
	66–70	5 ± 2	9 ± 3	2 ± 1	4 ± 2	2 ± 1	2 ± 1	24 ± 3
2014	56–60	7 ± 2	13 ± 3	0 ± 1	6 ± 2	3 ± 1	2 ± 1	31 ± 3
	66–70	9 ± 3	13 ± 4	2 ± 1	4 ± 1	4 ± 1	2 ± 1	34 ± 4

мечались и в динамике отдельных нозологических форм, в частности, ГБ, ИБС, НЦА и ИМ.

Таким образом, чем в более молодом возрасте ликвидаторы попадали в зону ликвидации аварии, тем быстрее прогрессировал уровень патологии системы кровообращения, достигающий максимальных величин в более ранние сроки после аварии.

Этот факт в настоящее время признается многими исследователями и относится не только к сердечно-сосудистой, но и к другим видам патологии, прогрессирующей с возрастом, и в этой связи получил наименование «феномена преждевременного старения» [1]. Тем не менее, природа этого феномена (как этиология, так и патогенез) изучена недостаточно.

Относительно этиологии можно с определенной долей уверенности утверждать, что роль лучевого фактора в этом процессе относительно невелика. Помимо данных литературы [5], приведенные в настоящей работе результаты также однозначно свидетельствуют об отсутствии какой-либо корреляции между дозой облучения и динамикой изменений уровня заболеваемости по классу системы кровообращения. Наиболее вероятной в этой связи представляется роль нерадиационных факторов аварии, способствующих развитию хронического психического стресса: радиофобия, особые условия обстановки, характер работы и т. д. [8, 10].

В патогенезе стимуляции темпов заболеваемости системы кровообращения под влиянием стресса могут играть роль такие факторы, как избыточное накопление прооксидантов (активных форм кислорода, продуктов перекисного окисления липидов и др.), нарушения иммунного статуса (прежде всего гиперпродукция некоторых цитокинов), липидного метаболизма, гормональный дисбаланс и повреждение генома. Многочисленные данные литературы свидетельствуют, что указанные сдвиги формируются у ликвидаторов аварии на ЧАЭС в достаточно молодом возрасте и сохраняются в течение продолжительного времени [1, 11, 17].

Более сложная проблема – интерпретация механизмов снижения уровня заболеваемости по классу болезней системы кровообращения у ликвидаторов, начиная с 2001 по 2014 г., независимо от возраста в момент аварии, при достаточно стабильном уровне поглощенной дозы и продолжающемся увеличении возраста лиц исследуемой когорты.

Пока единственно возможным объяснением этого феномена может быть уход из жизни

в этот период категории ликвидаторов с наиболее выраженными клиническими проявлениями патологии системы кровообращения. Выше уже упоминалось, что основной причиной ухода из жизни участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС являются именно заболевания сердечно-сосудистой системы. Следует принять также во внимание тот факт, что средняя продолжительность жизни ликвидаторов, скончавшихся в период 1987–2014 гг., составила, по нашим данным,  $63,5 \pm 2,5$  лет, при этом почти 45% из них ушли из жизни в возрасте менее 60 лет, т. е. именно в тот период, когда начался «спад» уровня патологии кровообращения. Следует еще раз подчеркнуть, что все приведенные рассуждения являются сугубо предварительными и требуют дальнейших тщательных исследований.

### Выводы

1. В течение 1987–2000 гг. после аварии уровень заболеваемости ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС по классу болезней системы кровообращения (IX класс МКБ-10) неуклонно возрастал (с 25 до 145‰), преимущественно за счет увеличения частоты развития ишемической болезни сердца и гипертонической болезни. Уровень заболеваемости возрастал в эти сроки параллельно с увеличением возраста ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС.

2. В период 2001–2014 гг. после аварии уровень заболеваемости по классу болезней системы кровообращения снизился до 65–75‰, при этом в структуре патологии по-прежнему преобладали ишемическая болезнь сердца и гипертоническая болезнь (в совокупности почти 60%), а также инфаркт миокарда (до 15%). Снижение уровня заболеваемости происходило на фоне дальнейшего увеличения возраста обследованных ликвидаторов (с 55 до 60 лет).

3. Динамика изменений уровня заболеваемости ликвидаторов по классу болезней системы кровообращения зависит от возраста в момент участия в аварийно-восстановительных работах: чем в более молодом возрасте осуществлялся заезд на ликвидацию аварии, тем раньше развивались и быстрее прогрессировали проявления сердечно-сосудистой патологии.

4. Не обнаружено зависимости динамики уровня патологии системы кровообращения от величины поглощенной дозы радиационного воздействия: во всех исследованных

временных промежутках (с 1987 по 2014 г.) доза радиационного воздействия составляла 9–13 сЗв.

### Литература

1. 25 лет после Чернобыля: состояние здоровья, патогенетические механизмы, опыт медицинского сопровождения ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (руководство для врачей) / под ред. С. С. Алексанина. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2011. 736 с.
2. Бирюков А. П., Иванов В. К., Цыб А. Ф. Динамика заболеваемости участников ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС // Медицина труда и промышленная экология. 2000. № 5. С. 1–5.
3. Гогин Е. Е. Гипертоническая болезнь – основная причина, определяющая сосудистую заболеваемость и смертность в стране // Терапевтич. архив. 2003. № 9. С. 31–36.
4. Дегтярев А. А. Основы эпидемиологического анализа. М.: ВМедА им. С. М. Кирова, 1992. 95 с.
5. Иванов В. К., Цыб А. Ф., Шиляева Т. П., Горский А. И. Анализ смертности среди участников ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы (период наблюдения 1991–1998 гг.) // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2002. Т. 47, № 4. С. 34–42.
6. Карпов В. Б. Радиационно-гигиеническая оценка состояния здоровья ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС. СПб.: СИГМА, 2001. 143 с.
7. Королева Т. М., Нуралов В. Н., Бронштейн И. Э. Первичная заболеваемость участников последствий Чернобыльской аварии // Радиационная гигиена. 2008. Т. 1, № 2. С. 28–31.
8. Либерман А. Н. Радиация и стресс. СПб., 2002. 159 с.
9. Любченко П. Н., Ковалева Л. И. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС при десятилетнем наблюдении // Рос. кардиологич. журн. 1988. № 6. С. 19–21.
10. Мороз Б. Б., Дешевой Ю. Б. Роль эмоционального стресса в развитии соматических нарушений у ликвидаторов аварии на Чернобыльской атомной станции, облученных в диапазоне малых доз // Радиационная биология. Радиоэкология. 1999. № 1. С. 97–106.
11. Неронова Е. Г., Слозина И. М., Макарова Н. В. Цитогенетические нарушения и заболеваемость у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2008. Т. 53, № 2, С. 5–9.
12. Палеев Н. Р., Ковалева Л. И., Савченко М. В. Изменения центральной гемодинамики у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленные сроки после воздействия малых доз ионизирующих излучений // Кардиология. 2000. № 4. С. 63–66.
13. Патология отдаленного периода у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС / под ред. А. М. Никифорова. М.: Бинном, 2002. 304 с.
14. Пособие по классификации болезней, травм и причин смерти военнослужащих Вооруженных Сил РФ, медицинских диагностических исследований, операций и лечебных процедур (на мирное время). М.: ГВКГ им. Н. Н. Бурденко. 2000. С. 114–124.
15. Резник В. М. Болезни органов дыхания у военнослужащих – участников ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2009. 19 с.
16. Старшинин А. В. Болезни нервной системы у военнослужащих – участников ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2007. 18 с.
17. Тимошевский А. А., Гребенюк А. Н., Калинина Н. М. [и др.]. Состояние клеточного и цитокинового звеньев иммунитета у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС через 10–12 лет после выхода из зоны повышенной радиационной опасности // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2001. Т. 46, № 4. С. 23–27.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи

## About cardiovascular disease rates over years in military liquidators of Chernobyl aftermath

Legeza V.I.<sup>1</sup>, Reznik V.M.<sup>1</sup>, G.G., Pimburskiy V.F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6);

<sup>2</sup>Scientific Research Institute of Industrial and Marine Medicine (Russia, 196143, Saint-Petersburg, Yuri Gagarin Ave., 65)

✉ Vladimir Ivanovich Legeza – Dr. Med. Sci. Prof., Honored Scientist, Senior Research Associate of Research Laboratory (Radiation Register), the Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6);  
Vladimir Mikhailovich Reznik – PhD Med. Sci., Head of Research Laboratory (Radiation Register), the Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6); e-mail: r\_dmv@mail.ru;  
Viktor Federovich Pimburskiy – PhD Med. Sci., Leading Research Associate, Clinical Department, Scientific Research Institute of Industrial and Marine Medicine (Russia, 196143, Saint-Petersburg, Yuri Gagarin Ave., 65).

**Abstract.** The relationship between cardiovascular disease rates in military liquidators of the Chernobyl NPP accident aftermath over years, their radiation exposures and age at the time of recovery activities. During the first 15 years after the accident, cardiovascular disease incidence in military liquidators increased 6-fold (from 25 to 145%), predominantly due to

arterial hypertension and ischemic heart disease. Over the subsequent years, incidence decreased to 60–75%. Incidence depended on the age of arrival for recovery activities at the Chernobyl NPP: the younger the liquidators were the earlier and quicker the circulatory pathology appeared and progressed. There was no relationship between cardiovascular disease incidence and the absorbed dose of radiation.

**Keywords:** emergency situation, the Chernobyl Nuclear Power Plant, radiobiology, liquidators, Incidence, cardiovascular diseases, radiation dose.

#### References

1. 25 let posle Chernobyl'ya: sostoyanie zdorov'ya, patogeneticheskie mekhanizmy, opyt meditsinskogo soprovozhdeniya likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi atomnoi elektrostantsii (rukovodstvo dlya vrachei) [25 years after Chernobyl catastrophe: health status, pathogenetic mechanisms, the experience of medical follow-up in Chernobyl clean-up workers (medical guidebook)]. Ed. S. S. Aleksanin. Sankt-Peterburg. 2011. 736 p. (In Russ.)
2. Biryukov A. P., Ivanov V. K., Tsyb A. F. Dinamika zaboлеваemosti uchastnikov likvidatsii avarii na Chernobyl'skoi AES [Dynamics of morbidity in Chernobyl clean-up workers]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational medicine and industrial ecology]. 2000. N5. Pp. 1–5. (In Russ.)
3. Gogin E. E. Gipertonicheskaya bolezn' – osnovnaya prichina, opredelyayushchaya sosudistuyu zabolevaemost' i smertnost' v strane [Hypertension as the main cause of vascular diseases and death in our country]. *Terapevticheskii arkhiv* [Therapeutic Archives]. 2003. N9. Pp. 31–36. (In Russ.)
4. Degtyarev A. A. Osnovy epidemiologicheskogo analiza [Basic principles of epidemiologic analysis]. Sankt-Peterburg. 1992. 95 p. (In Russ.)
5. Ivanov V. K., Tsyb A. F., Shilyaeva T. P., Gorskii A. I. Analiz smertnosti sredi uchastnikov likvidatsii posledstviy Chernobyl'skoi katastrofy (period nablyudeniya 1991–1998 gg.) [Analysis of mortality among the participants of recovery activities following the Chernobyl catastrophe (period of follow-up 1991-1998)]. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'* [Medical radiology and radiation safety]. 2002. Vol. 47, N4. Pp. 34–42. (In Russ.)
6. Karpov V. B. Radiatsionno-gigienicheskaya otsenka sostoyaniya zdorov'ya likvidatorov avarii na Chernobyl'skoi AES [Radiohygienic assessment of health status of Chernobyl clean-up workers]. Sankt-Peterburg. 2001. 143 p. (In Russ.)
7. Koroleva T. M., Nuralov V. N., Bronshtein I. E. Pervichnaya zabolevaemost' uchastnikov posledstviy Chernobyl'skoi avarii [Primarily disease incidence in Chernobyl clean-up workers]. *Radiatsionnaya gigiena* [Radiation hygiene]. 2008. Vol. 1, N2. Pp. 28–31. (In Russ.)
8. Liberman A. N. Radiatsia i stress [Radiation and stress]. Sankt-Peterburg, 2001. 159 p. (In Russ.)
9. Lyubchenko P. N., Kovaleva L. I. Funktsional'noe sostoyanie serdechno-sosudistoi sistemy u likvidatorov posledstviy avarii na ChAES pri desyatiletнем nablyudenii [Functional state of cardiovascular system of Chernobyl clean-up workers over 10-year follow-up]. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal* [Russian journal of cardiology]. 1988. N6. Pp. 19–21. (In Russ.)
10. Moroz B. B., Deshevoi Yu. B. Rol' emotsional'nogo stressa v razvitii somaticheskikh narushenii u likvidatorov avarii na Chernobyl'skoi atomnoi stantsii, obluchennykh v diapazone mal'nykh doz [The role of emotional stress in development of somatic disorders in Chernobyl clean-up workers exposed to low radiation doses]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 1999. N1. Pp. 97–106. (In Russ.)
11. Neronova E. G., Slozina I. M., Makarova N. V. Tsitogeneticheskie narusheniya i zabolevaemost' u likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES [Cytogenetical disturbances and morbidity in Chernobyl clean-up workers]. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'* [Medical radiology and radiation safety]. 2008. Vol. 53, N2, Pp. 5–9. (In Russ.)
12. Paleev N. R., Kovaleva L. I., Savchenko M. V. Izmeneniya tsentral'noi gemodinamiki u likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES v otdalennyye sroki posle vozdeistviya mal'nykh doz ioniziruyushchikh izluchenii [Central hemodynamics changes in Chernobyl clean-up workers in the long term after low-dose ionizing radiation]. *Kardiologiya* [Kardiologiya]. 2000. N4. Pp. 63–66. (In Russ.)
13. Patologiya otdalennogo perioda u likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES [Long-term pathology of Chernobyl clean-up workers]. Ed. A. M. Nikiforov. Sankt-Peterburg, 2002. 304 p. (In Russ.)
14. Posobie po klassifikatsii boleznei, travm i prichin smerti voennosluzhashchikh Vooruzhennykh Sil RF, meditsinskikh diagnosticheskikh issledovaniy, operatsii i lechebnykh protsedur (na mirnoe vremya) [Manual on classification of diseases, traumas and causes of death in the Russian Federation Armed Forces personnel, medical diagnostic studies, operations and treatment procedures (in peacetime)]. Moskva. 2000. Pp. 114–124. (In Russ.)
15. Reznik V. M. Bolezni organov dykhaniya u voennosluzhashchikh – uchastnikov likvidatsii posledstviy Chernobyl'skoi katastrofy [Respiratory diseases in military personnel involved in Chernobyl clean-up works] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Sankt-Peterburg. 2009. 19 p. (In Russ.)
16. Starshinin A. V. Bolezni nervnoi sistemy u voennosluzhashchikh – uchastnikov likvidatsii posledstviy Chernobyl'skoi katastrofy [Nerve diseases in military personnel involved in Chernobyl clean-up works] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Sankt-Peterburg. 2009. 18 p. (In Russ.)
17. Timoshevskii A. A., Grebenyuk A. N., Kalinina N. M. [et al.]. Sostoyanie kletchnogo i tsitokinovogo zven'ev immuniteta u uchastnikov likvidatsii posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES cherez 10–12 let posle vykhoda iz zony povyshennoi radiatsionnoi opasnosti [The status of cellular and cytokine pathways of immunity among liquidators of Chernobyl NPP accident aftermath 10-12 years after they left areas of enhanced radiation]. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'* [Medical radiology and radiation safety]. 2001. Vol. 46, N4. Pp. 23–27. (In Russ.)

Received 27.01.2016

**For citing.** Legeza V.I., Reznik V.M., G.G., Pimburskiy V.F. K voprosu ob osobennostyakh mnogoletnei dinamiki urovnya boleznei sistemy krovoobrashcheniya u voennosluzhashchikh – likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES. *Mediko-biologicheskoe i sotsial'no-psikhologicheskoe problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 34–40. (In Russ.)

Legeza V.I., Reznik V.M., G.G., Pimburskiy V.F. About cardiovascular disease rates over years in military liquidators of Chernobyl aftermath. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 34–40. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-34-40

## **МАРКЕРЫ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА У ЛИКВИДАТОРОВ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС С ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ**

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины  
им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

С целью исследования роли метаболического синдрома в патогенезе цереброваскулярных заболеваний было проведено инструментальное и лабораторное обследование 60 ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Кроме параметров оценки липидного спектра и обмена глюкозы, были проанализированы результаты определения в крови ликвидаторов с дисциркуляторной энцефалопатией маркеров метаболического синдрома: инсулина с расчетом индекса НОМА, лептина, адипонектина, ингибитора активатора плазминогена 1. Также оценивали экскрецию основного метаболита мелатонина – 6-сульфатоксимелатонина в трех порциях мочи: дневной, вечерней и ночной. В результате проведенного исследования был проведен отбор диагностически значимых лабораторных показателей для оценки роли метаболического синдрома в развитии дисциркуляторной энцефалопатии и эффективности проводимой патогенетической терапии. У ликвидаторов с метаболическим синдромом и дисциркуляторной энцефалопатией, наряду со стандартным обследованием, целесообразно дополнительно определять маркеры активации плазменного гемостаза, показатели, характеризующие инсулино- и лептинорезистентность, экскрецию метаболитов мелатонина. Внедрение в клиническую практику дополнительных диагностических тестов будет способствовать своевременному выявлению метаболического синдрома у ликвидаторов. Понимание истинных причин метаболического синдрома и патогенетических механизмов развития инсулинорезистентности позволит разработать более эффективные способы профилактики и коррекции этого обменного нарушения, что в итоге может способствовать снижению риска развития болезней системы кровообращения и смертности у данной категории пациентов.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, ликвидаторы последствий аварии, метаболический синдром, дисциркуляторная энцефалопатия, инструментальная диагностика, лабораторная диагностика.

### **Введение**

Проблема метаболического синдрома (МС) в современной медицине обсуждается активно и рассматривается как важный фактор риска различных заболеваний и, в первую очередь, болезней системы кровообращения. МС увеличивает риск развития ишемической болезни сердца в 3–4 раза, риск смерти – в 2,5–3,0 раза, риск смерти от какой-либо причины (общая смертность) – в 2 раза, риск развития сахарного диабета II типа – в 3–6 раз по сравнению с пациентами без метаболических нарушений [7, 8]. МС является интегральным фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний, что обуславливает его важное клиническое значение.

Роль МС в патогенезе цереброваскулярных заболеваний обсуждается гораздо реже. Однако в силу общности механизмов развития патологии сосудов очевидной является необходимость исследования маркеров МС и при патологии сосудов головного мозга.

Основными факторами риска развития хронической ишемии мозга являются атеросклеротическое поражение крупных артерий и гиалиноз мелких церебральных артерий. После широкого внедрения в клиническую практику магнитно-резонансной томографии (МРТ) появилась возможность объективизации наличия хронического сосудистого повреждения головного мозга и анализа факторов риска такого повреждения. Наличие

✉ Зыбина Наталья Николаевна – д-р биол. наук проф., зав. отд. лаб. диагностики Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: zybinan@inbox.ru;

Тихомирова Ольга Викторовна – д-р мед. наук, зав. отд. клинич. неврологии и медицины сна Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), засл. врач России; e-mail: Tikhomirova2@rambler.ru;

Бобко Олеся Владимировна – врач-невролог отд. клинич. неврологии и медицины сна Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: lesbbk@mail.ru;

Фролова Милена Юрьевна – канд. биол. наук., зав. лаб. клинич. химии отд. лаб. диагностики Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: frolusya@mail.ru.

на МРТ гиперинтенсивных на T1RM и T2 ВИ очагов глиоза, в субкортикальных, перивентрикулярных и глубинных отделах полушарий стали рассматривать как общепринятый маркер хронической ишемии мозга. Недавно проведенный мета-анализ 27 популяционных исследований выявил достоверную связь между наличием таких очагов и возрастом, артериальной гипертензией, атеросклерозом сонных артерий, хроническим заболеванием почек и МС [6].

Распространенность МС среди ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) довольно высока (до 75%) и связана как с классическими факторами риска – неправильное питание, гиподинамия и курение, но и, возможно, со специфическим воздействием комплекса факторов ликвидации аварии на ЧАЭС [4]. Результаты обследования ликвидаторов с МС и преимущественно с сердечно-сосудистой патологией представлены в монографии [1]. В последние годы нами был проведен анализ лабораторных маркеров МС в группе ЛПА на ЧАЭС с дисциркуляторной энцефалопатией (ДЭ).

### Материал и методы

Обследовали 60 мужчин, участников ЛПА на ЧАЭС в возрасте 43–88 лет, средний возраст –  $(66,0 \pm 9,1)$  года, поступивших в 2014 г. в отделение неврологии Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М.Никифорова МЧС России с диагнозом ДЭ. Всем пациентам проводили неврологический осмотр, нейропсихологическое тестирование с оценкой когнитивных функций и тревожно-депрессивных расстройств, комплексное инструментальное обследование, включавшее дуплексное сканирование брахиоцефальных и интракраниальных артерий, суточный мониторинг артериального давления, МРТ головного мозга и полисомнографическое обследование. У ликвидаторов с ДЭ сформировали 2 группы: 1-я ( $n = 29$ ) без наличия МС и 2-я ( $n = 31$ ) – с МС.

Диагноз МС устанавливали на основании критериев, изложенных в рекомендациях [2]. Основным критерий – абдоминальное (центральное) ожирение – окружность талии более 94 см из дополнительных критериев:

- артериальная гипертензия (АД  $\geq 130/85$  мм рт. ст.);
- повышение концентрации в плазме триглицеридов ( $\geq 1,7$  ммоль/л);

- снижение концентрации в плазме холестерина – липопротеидов высокой плотности (ЛПВП,  $< 1,0$  ммоль/л);

- повышение концентрации в плазме холестерина – липопротеидов низкой плотности (ЛПНП,  $> 3,0$  ммоль/л);

- гипергликемия натощак (глюкоза в плазме крови натощак  $\geq 6,1$  ммоль/л);

- нарушение толерантности к глюкозе (в плазме крови через 2 ч после нагрузки глюкозой в пределах  $\geq 7,8$  и  $\leq 11,1$  ммоль/л).

Для оценки толщины комплекса интимамедиа (КИМ) брахиоцефальных артерий и выявления наличия атеросклеротических бляшек использовали ультразвуковой сканер «Toshiba Alpio-300». Толщину КИМ измеряли с соблюдением методических условий Маннхеймского консенсуса (Mannheim CarotidIntima-Media Thickness and Plaque Consensus, 2004–2006–2011) [11]. Согласно Рекомендации Европейского общества гипертензии (ESH), Европейского общества кардиологов (ESC) 2007 г. по артериальной гипертензии и Российского общества по артериальной гипертензии, в качестве верхней границы нормы рассматривали толщину КИМ общей сонной артерии 0,9 мм. Критерием наличия бляшки считали утолщение КИМ 1,5 мм и более, обнаружение локального выпячивания стенки сосуда в просвет не менее чем на 50% и/или на 0,5 мм по сравнению с толщиной КИМ на соседних участках [11].

МРТ головного мозга проводили на аппарате «Magnetom Verio» фирмы «Сименс» с напряженностью магнитного поля 3 Тл. Стандартное обследование проходило с использованием T1 и T2 ВИ в трех плоскостях и тяжеловзвешенных по T2 в аксиальной плоскости (T1RM), на которых определяли наличие и количество очагов сосудистого генеза и их размеры.

8-часовую полисомнографию проводили в условиях лаборатории сна на приборе «Nicolet One» с регистрацией электроэнцефалограммы в 6 отведениях, электроокулограммы, электромиограммы, положения тела в постели, ороназального потока воздуха, дыхательных движений брюшной и грудной стенок, уровня насыщения крови кислородом (сатурации) и ЭКГ. По результатам полисомнографии оценивали общую продолжительность сна, латентность наступления сна, эффективность сна, процентное соотношение стадий сна и индекс апноэ–гипопноэ (ИАГ).

Лабораторная диагностика включала определение параметров липидного спектра, об-

мена глюкозы, медиаторов воспаления, маркеров метаболизма жировой ткани, экскреции метаболита мелатонина – 6-сульфатоксимелатонина (6-COMT). Материалом для исследования служили сыворотка и плазма крови ликвидаторов с ДЭ, полученные стандартным способом. Экскрецию 6-COMT оценивали в 3 порциях мочи – дневная (8<sup>00</sup>–20<sup>00</sup> ч), вечерняя (20<sup>00</sup>–23<sup>00</sup> ч), ночная (23<sup>00</sup>–8<sup>00</sup> ч). Биохимические исследования выполнили в лаборатории клинической химии отдела лабораторной диагностики ВЦЭРМ им. А.М.Никифорова МЧС России на биохимическом анализаторе UniCelDxC600 («Beckman Coulter», США) с использованием реактивов производителя оборудования. Методом твердофазного иммуноферментного анализа определяли содержание лептина («DBC», Канада), адипонектина («BioVendor», Чешская Республика), ингибитора активатора плазминогена 1-го типа, PAI-I («Technoclone», Австрия), 6-COMT («Buhlmann», Швейцария).

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программ Excel-2000 и Statistica 6.0. Для статистической обработки полученных данных использовали непараметрические критерии Манна–Уитни. Данные в тексте и таблицах представлены в виде  $M \pm \sigma$  ( $M$  – средняя арифметическая величина,  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение) и в виде медианы ( $Me$ ) и интерквартильных интервалов [ $q_{25}$ ;  $q_{75}$ ].

### Результаты и их анализ

По результатам комплексного обследования ДЭ I стадии была диагностирована у 23 (38%) ЛПА на ЧАЭС, ДЭ II стадии – у 35 (58%) и ДЭ III стадии – у 2 обследованных лиц. 10 пациентов в анамнезе имели острые нарушения мозгового кровообращения с отсутствием грубого неврологического дефицита на момент госпитализации. Все пациенты обнаруживали факторы сосудистого риска. Артериальная гипертензия диагностирована у 50 (83%) пациентов, атеросклероз сонных артерий – у 38 (63%), сахарный диабет II типа – у 5 (8%), МС – у 29 (48%) обследованных.

Оценка выраженности атеросклеротического (АС) поражения брахиоцефальных артерий, по данным дуплексного сканирования, выявила отсутствие зависимости между АС-поражением и МС. У пациентов 1-й группы утолщение КИМ выявлено у 17 (54%), наличие атеросклеротических бляшек в сонных артериях – у 20 (64%) пациентов. У пациентов 2-й группы утолщение КИМ имело место

у 18 (62%), наличие атеросклеротических бляшек – у 18 (62%) пациентов. Выраженность мелкоочагового поражения головного мозга, по данным МРТ, у ликвидаторов с наличием и отсутствием МС также была одинаковой –  $(9,2 \pm 4,9)$  и  $(9,0 \pm 4,9)$  соответственно. Выделенные группы не отличались по количеству острых нарушений мозгового кровообращения в анамнезе (в 1-й и 2-й группе было по 5 человек).

Жалобы на нарушения сна, соответствующие критериям хронической инсомнии, предъявляли 52 (86%) пациента. По данным полисомнографии, выраженные нарушения сна со значительным увеличением времени засыпания и времени бодрствования внутри сна и общей продолжительностью сна менее 5 ч выявлены у 20 (33%) обследованных. У ликвидаторов 2-й группы снижение общего времени сна менее 5 ч встречалось чаще, чем у ликвидаторов 1-й группы (38 и 29% соответственно,  $p < 0,05$ ). Кроме того, при наличии МС чаще наблюдалось снижение дельта-сна (у 52 и 42% соответственно), который играет существенную роль в регуляции метаболических процессов.

Для определения факторов риска развития МС и его роли в развитии ДЭ у ЛПА на ЧАЭС было проведено сравнение всех исследованных параметров в группах.

Аналогично пациентам с кардиальной патологией [4] ликвидаторы с ДЭ 2-й группы имели индекс массы тела (ИМТ) в среднем  $(30,3 \pm 3,4)$  кг/м<sup>2</sup> ( $Me$  – 30,5 [28,4; 32,0]), что было существенно выше, чем у пациентов 1-й группы –  $(25,3 \pm 3,1)$  кг/м<sup>2</sup> ( $Me$  – 24,7 [24,0; 26,5],  $p < 0,05$ ). При этом 53,2% ликвидаторов этой группы имели ожирение I степени (ИМТ = 30–34,9 кг/м<sup>2</sup>), ожирения II и III степени не было выявлено. Средний показатель окружности талии у ликвидаторов с ДЭ 2-й группы составил  $(105,4 \pm 9,4)$  см.

Изменения липидного спектра также были идентичными тем, которые были выявлены у ликвидаторов с сердечно-сосудистой патологией при МС [4]. У пациентов 2-й группы были характерны более глубокие атерогенные сдвиги показателей липидного обмена относительно 1-й группы ликвидаторов. Наиболее ярко эти различия проявлялись в уровне триглицеридов и холестерина ЛПВП, так как именно эти показатели чаще использовались в качестве критерия МС. Соответственно были выявлены существенные различия в значениях интегральных показателей атерогенных сдвигов – коэффициента атероген-

Таблица 1

Интегральные показатели атерогенных сдвигов у ликвидаторов с ДЭ, Ме [q25; q75]

Показатель	Группа		p <
	1-я	2-я	
Коэффициент атерогенности	3,2 [2,7; 4,0]	4,4 [4,0; 5,4]	0,05
АпоА/апоВ	1,6 [1,23; 2,03]	1,2 [1,01; 1,36]	0,05

ности и соотношения апобелков липопротеинов – апоА/апоВ (табл. 1).

У ликвидаторов 2-й группы 50% из них имели коэффициент атерогенности больше 3,1, а 37,9% – соотношение апоА/апоВ меньше 1,5. При этом отдельные параметры липидного спектра могут находиться в пределах референтного интервала, что свидетельствует в пользу большей информативности именно интегральных показателей, характеризующих атерогенные сдвиги метаболизма липидов.

Важным фактором риска развития атеросклероза, наряду с дислипидемией, является уровень С-реактивного белка, как индикатора воспаления в стенке сосудов. Содержание высокочувствительного С-реактивного белка (СРБвч) в сыворотке крови ликвидаторов 2-й группы свидетельствует о более высоком риске атеросклероза сосудов относительно пациентов 1-й группы (Ме – 2,0 мг/л [1,3; 3,5] и Ме – 0,7 мг/л [0,4; 2,8] соответственно,  $p < 0,05$ ).

У ликвидаторов 2-й группы только у 12,3% был сахарный диабет, нарушение толерантности к глюкозе выявлялось у 32,2%, а гипергликемия натощак – у 10,5% пациентов, а в 1-й группе ликвидаторов не было пациентов с сахарным диабетом и только у 19,3% было определено нарушение толерантности к глюкозе.

У обследованных ликвидаторов с ДЭ не было выявлено пациентов с гиперинсулинемией. Однако во 2-й группе чаще определялись более высокие уровни инсулина, чем в 1-й группе (Ме – 9,8 мМЕ/л [5,5; 11,2] и Ме – 5,5 мМЕ/л [3,9; 7,8],  $p < 0,05$ ).

Более показательным для диагностики инсулинорезистентности, лежащей в основе патогенеза МС, является определение индекса НОМА, при расчете которого учитывается как концентрация глюкозы, так и инсулина. Медиана распределения значений индекса НОМА у пациентов 2-й группы равнялась 2,52 [1,39; 3,06], а в 1-й группе – 1,63 [0,85; 1,89], т. е. 96% пациентов имели значение этого индекса больше 1,0, что соответствует инсулинорезистентности. Важно отметить, что среди

пациентов 1-й группы в 65,0% случаев также можно было диагностировать инсулинорезистентность.

МС у пациентов 2-й группы с ДЭ сопровождался гиперлептинемией со средним уровнем лептина (16,2 ± 11,2) нг/мл (Ме – 12,0 [8,8; 21,5]), а в 1-й группе – (9,0 ± 7,0) нг/мл (Ме – 6,5 [3,8; 11,7]), т. е. и во 2-й группе более чем 50% пациентов имели уровень лептина выше верхнего предела референтного интервала (2,0–5,6 нг/мл). Таким образом, гиперлептинемия у ликвидаторов с ДЭ встречалась почти в 75% случаев, что указывает на частое наличие лептинорезистентности у этой категории больных. Концентрация адипонектина в плазме крови у ликвидаторов 2-й группы в среднем составила (10,5 ± 3,1) мг/мл (Ме – 9,8 [7,9; 12,2]), что соответствует нормальным показателям у большинства пациентов (8–30 мг/л). Гипоадипонектинемия встречалась в 25% случаев.

Для пациентов с ДЭ характерным было увеличение уровня ингибитора плазминогена 1-го типа (PAI-1). Это показатель был повышен более чем у 75% обследованных ликвидаторов. Даже у пациентов 1-й группы медиана распределения значений PAI-1 равнялась 44,5 нг/мл [30,6; 60,4], а во 2-й группе была еще выше – 65,6 нг/мл [45,3; 95,6] (референтный интервал: 7,0–43 нг/мл).

Жировые клетки секретируют PAI-1, который первично подавляет активность плазминогена, а значит влияет на реологические свойства крови. Для оценки протромбогенных изменений особенно важна связь PAI-1 с висцеральным ожирением и инсулинорезистентностью. Уровень PAI-1 в плазме крови повышен при ожирении и прямо коррелирует с выраженностью МС. Являясь предиктором сахарного диабета II типа и сердечно-сосудистых заболеваний, PAI-1 может не только способствовать развитию тромбогенной готовности при МС, но и вызывать снижение чувствительности к инсулину в жировой ткани. В связи с этим и учитывая большую частоту выявления повышенной концентрации PAI-1 у ликвидаторов с ДЭ, можно рекомендовать включение этого параметра в алгоритмы диагностики цереброваскулярной болезни этой категории пациентов, особенно при МС.

Среди часто встречающихся маркеров МС рассматривается и гиперурикемия, которая выявлялась в группе ликвидаторов в 30,1% случаев и была более выражена именно у пациентов с метаболическим синдромом при кардиальной патологии – (409 ± 71) мкмоль/л,

в то время как при отсутствии МС концентрация мочевой кислоты в плазме крови была значительно меньше: в среднем ( $347 \pm 74$ ) мкмоль/л [3]. При ДЭ гиперурикемия встречалась реже, составляя, в среднем, во 2-й группе ( $383,0 \pm 83,2$ ) и ( $314,9 \pm 53,4$ ) мкмоль/л в 1-й группе.

В патогенезе МС важное место может занимать нарушение продукции мелатонина, о чем свидетельствуют публикации последних лет [5, 9, 10]. Наиболее изученной является диагностическая значимость мелатонина и его производных при инсомнии, которая довольно часто присутствует в качестве клинического признака ДЭ. Препараты мелатонина широко применяются в клинической практике. В связи с этим в программу обследования ликвидаторов с ДЭ в последние годы было включено определение экскреции основного метаболита мелатонина – 6-COMT. Так как на синтез мелатонина существенное влияние оказывает прием бета-блокаторов, при анализе экскреции 6-COMT нами были использованы данные пациентов, не принимающих эти препараты.

Был выявлен достоверно более низкий уровень экскреции ночного 6-COMT у пациентов с ДЭ II стадии – 8,8 мкг [4, 1; 17,3] (при ДЭ I стадии – 15,1 мкг [9,5; 25,3],  $p < 0,05$ ), что сочеталось с более высоким уровнем СРБвч, выраженной микроальбуминурией и нарушением толерантности к глюкозе. В группе пациентов с ДЭ уровень экскреции 6-COMT меньше 8,0 мкг был ассоциирован с более старшим возрастом, большей выраженностью патологического процесса и признаков МС. Значимым было не только снижение пикового значения синтеза мелатонина, но и выраженный сдвиг этого пика с ночного на вечернее время. При этом, доля экскреции вечернего 6-COMT более 8,0 мкг была, в среднем, в 2 раза больше, чем в группе с ночной экскрецией – ( $28,9 \pm 16,3$ ) против ( $11,9 \pm 8,7$ )% ( $p < 0,05$ ), а соотношение ночной и дневной экскреции 6-COMT было более чем в 2 раза ниже. Характерным для обследованных пациентов был также высокий уровень дневной экскреции 6-COMT более чем в 30% случаев.

Производство ночного мелатонина была достоверно связана с характеристиками сна у ликвидаторов с ДЭ. Увеличение экскреции 6-COMT в вечернее время за счет снижения ночной экскреции было выявлено у пациентов 2-й группы (табл. 2). Для этих пациентов были характерны существенное увеличение доли экскреции 6-COMT в вечернее время,

Таблица 2

Показатели экскреции 6-COMT у ликвидаторов аварии на ЧАЭС с ДЭ, Ме [q25; q75]

Показатель 6-COMT	Группа		p <
	1-я	2-я	
Ночь, мкг	16,1 [7,4; 25,7]	12,9 [3,9; 19,7]	0,05
День, мкг	7,8 [5,5; 23,2]	7,6 [2,9; 24,2]	
Вечер, мкг	1,04 [0,4; 1,87]	2,6 [1,06; 5,76]	0,05
Ночь/сутки,%	62,4 [47,1; 74,3]	36,1 [21,0; 54,1]	0,05
Вечер/сутки,%	3,4 [2,5; 4,0]	14,3 [7,1; 21,8]	0,05
Ночь/день,%	1,8 [1,1; 3,2]	0,8 [0,36; 2,0]	0,05

уменьшение доли ночной экскреции и снижение соотношения ночного и дневного 6-COMT, что сочеталось с нарушениями структуры сна у этих пациентов.

### Заключение

Все составляющие метаболического синдрома (артериальная гипертензия, дислипидемия, гипергликемия) являются доказанными факторами риска развития атеросклероза, микроангиопатии и цереброваскулярных заболеваний. Отсутствие значимых различий по распространенности атеросклероза сонных артерий и мелкоочагового поражения головного мозга у обследованных нами ликвидаторов можно объяснить широким распространением отдельных признаков метаболического синдрома в обеих группах и их влиянием на развитие сосудистой патологии. Принципиально группа с диагностированным метаболическим синдромом отличалась более выраженными признаками ожирения и связанным с ним нарушением обмена веществ. Вопрос об основных причинах, определивших нарастающую распространенность метаболического синдрома в популяции, является предметом постоянного обсуждения. Наряду с такими факторами, как гиподинамия и нарушение питания, ряд исследователей предполагают, что дефицит общего времени сна, повышенная освещенность в ночное время и изменение образа жизни с поздним засыпанием обуславливают развитие десинхронозов и метаболического синдрома. Полученные нами данные о связи выраженности инсомнии и дефицита дельта-сна с наличием метаболического синдрома подтверждают роль сна в регуляции метаболических процессов и определяют необходимость комплексного лечения нарушений сна с целью профилактики развития метаболического синдрома.

Данные об экскреции 6-сульфатоксимелатонина могут стать основанием для определения дополнительных показаний к назначению

мелатонина при лечении инсомнии у пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией и в схемах лечения болезней системы кровообращения, особенно при наличии метаболического синдрома. В оценке метаболизма мелатонина в клинической практике, кроме уровня ночной экскреции его метаболитов, важным могут оказаться уровень дневной и вечерней экскреции и соотношение этих параметров.

Отбор диагностически значимых лабораторных показателей (основных и дополнительных) для оценки эффективности проводимой патогенетической терапии явился одним из главных результатов проведенного исследования.

У ликвидаторов с метаболическим синдромом и дисциркуляторной энцефалопатией, наряду со стандартным обследованием, целесообразно дополнительно определять маркеры активации плазменного гемостаза, показатели, характеризующие инсулино- и лептинорезистентность, экскрецию метаболитов мелатонина.

Таким образом, поиск и внедрение в клиническую практику дополнительных диагностических тестов будет способствовать своевременному выявлению метаболического синдрома у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Понимание истинных причин метаболического синдрома и патогенетических механизмов развития инсулинорезистентности позволит разработать более эффективные способы профилактики и коррекции этого обменного нарушения, что в итоге может способствовать снижению риска развития болезней системы кровообращения и смертности у данной категории пациентов.

### Литература

1. 25 лет после Чернобыля: состояние здоровья, патогенетические механизмы, опыт медицинского сопровождения ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростан-

ции / под ред. С. С. Алексанина. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2011. 736 с.

2. Диагностика и лечение метаболического синдрома. Российские рекомендации (второй пересмотр). ВНОК, комитет экспертов // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2009. Т. 8, № 6, Приложение 2. 29 с.

3. Решетняк М. В., Зыбина Н. Н., Хирманов В. Н., Фролова М. Ю. Дополнительные лабораторные маркеры метаболического синдрома у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2011. № 2. С. 79–83.

4. Хирманов В. Н., Зыбина Н. Н., Решетняк М. В., Фролова М. Ю. Метаболический сердечно-сосудистый синдром и атеросклероз // 25 лет после Чернобыля: состояние здоровья, патогенетические механизмы, опыт медицинского сопровождения ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2011. С. 55–79.

5. Cipolla-Neto J., Amaral F. G., Afeche S. C. [et al.]. Melatonin, energy metabolism, and obesity: a review // J. Pineal Res. 2014. Vol. 56, N 4. P. 371–381.

6. Fanning J. P., Wong A. A., Fraser J. F. The epidemiology of silent brain infarction: a systematic review of population-based cohorts // BMC Med. 2014. Vol. 12. P. 119.

7. Flegal K. M., Carroll M. D., Kit B. K., Ogden C. L. Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999–2010 // JAMA. 2012. Vol. 307. P. 491–497.

8. Martin B. J., Verma S., Charbonneau F., Title L. M. [et al.]. The relationship between anthropometric indexes of adiposity and vascular function in the FATE cohort // Obesity (Silver Spring). 2013. Vol. 21. P. 266–273.

9. Navarro-Alarcon M., Ruiz-Ojeda F. J., Blanca-Herrera R. M. [et al.]. Melatonin and metabolic regulation: a review // Food Funct. 2014. Vol. 5. P. 2806–2832.

10. Srinivasan V., Ohta Y., Espino J. [et al.]. Metabolic syndrome, its pathophysiology and the role of melatonin // Recent Pat Endocr. Metab. Immune Drug Discov. 2013. Vol. 7, N 1. P. 11–25.

11. Touboul P. J. [et al.]. Mannheim Carotid Intima-Media Thickness and Plaque Consensus (2004–2006–2011) // Cerebrovasc. Dis. 2012. Vol. 34, N 4. P. 290–296.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

### Metabolic syndrome markers in Chernobyl accident recovery workers with chronic cerebrovascular disease

Zybina N. N., Tikhomirova O. V., Bobko O. V., Frolova M. Yu.

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2)

✉ Natalia Nikolaevna Zybina – Dr. Biol. Sci. Prof., Head of the Laboratory Diagnostic Department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: zybinan@inbox.ru;

Ol'ga Viktorovna Tikhomirova – Dr. Med. Sci., Head of the Department of Clinical Neurology and Sleep Medicine, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: Tikhomirova2@rambler.ru;

Olesya Vladimirovna Bobko – Neurologist of Department of Clinical Neurology and Sleep Medicine, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2), e-mail: lesbbk@mail.ru;

Milena Yurievna Frolova – PhD Biol. Sci., Head of the Clinical Chemistry Laboratory of the Laboratory Diagnostic Department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: frolusya@mail.ru.

**Abstract.** To study the role of metabolic syndrome in the pathogenesis of cerebrovascular disease, 60 Chernobyl accident recovery workers have undergone instrumental and laboratory examination. In addition to the parameters of glucose and lipid metabolism, metabolic syndrome markers, i. e. insulin with the calculation of HOMA index, leptin, adiponectin, plasminogen activator inhibitor 1 were assessed in recovery workers with chronic cerebrovascular disease. The excretion of the main melatonin metabolite – 6-sulfatoximelatonin in three urine samples (day, evening and night) was also assessed. As a result, diagnostically relevant laboratory parameters were selected for evaluating the role of metabolic syndrome in the development of chronic cerebrovascular disease and the effectiveness of the pathogenetic therapy. For the accident recovery workers with metabolic syndrome and chronic cerebrovascular disease it is reasonable, together with a standard examination, to define markers of plasma hemostasis activation, parameters of insulin and leptin resistance as well as excretion of melatonin metabolites. The introduction of the additional diagnostic tests will facilitate the timely detection of metabolic syndrome in recovery workers. Understanding the real causes of metabolic syndrome and pathogenetic mechanisms of insulin resistance will help to develop more effective ways of prevention and correction of this metabolism disorder and eventually reduce the risk of cardiovascular disease and mortality in these patients.

**Keywords:** emergency situation, Chernobyl Nuclear Power Plant, recovery workers of accident aftermath, metabolic syndrome, chronic cerebrovascular disease, instrumental diagnostics, laboratory diagnostics.

#### References

1. 25 let posle Chernobylya: sostoyanie zdorov'ya, patogeneticheskie mekhanizmy, opyt meditsinskogo soprovozhdeniya likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi atomnoi elektrostantsii [25 years after Chernobyl: health, pathogenic mechanisms, the experience of medical support of the liquidators of consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power station]. Ed. S. S. Aleksanin. Sankt-Peterburg. 2011. 736 p. (In Russ.)
2. Diagnostika i lechenie metabolicheskogo sindroma. Rossiiskie rekomendatsii (vtoroi peresmotr). VNOK, komitet ekspertov [Diagnosis and treatment of metabolic syndrome. Russian recommendations (second revision). The Committee of experts]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular therapy and prevention]. 2009. Vol. 8, N6, Application 2. 29 p. (In Russ.)
3. Reshetnyak M. V., Zybina N. N., Khirmanov V. N., Frolova M. Yu. Dopolnitel'nye laboratornye markery metabolicheskogo sindroma u likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES [Additional laboratory markers of metabolic syndrome in liquidators of the Chernobyl aftermath]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2011. N2. Pp. 79–83. (In Russ.)
4. Khirmanov V.N., Zybina N.N., Reshetnyak M.V., Frolova M. Yu. Metabolicheskii serdechno-sosudisty sindrom i ateroskleroz [Metabolic cardiovascular syndrome and atherosclerosis]. 25 let posle Chernobylya: sostoyanie zdorov'ya, patogeneticheskie mekhanizmy, opyt meditsinskogo soprovozhdeniya likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi atomnoi elektrostantsii [25 years after Chernobyl: health, pathogenic mechanisms, the experience of medical support of the liquidators of consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power station]. Ed. S. S. Aleksanin. Sankt-Peterburg. 2011. Pp. 55–79. (In Russ.)
5. Cipolla-Neto J., Amaral F.G. Afeche S. C. [et al.]. Melatonin, energy metabolism, and obesity: a review. *J. Pineal Res.* 2014. Vol. 56, N4. Pp. 371–381.
6. Fanning J. P., Wong A. A., Fraser J. F. The epidemiology of silent brain infarction: a systematic review of population-based cohorts. *BMC Med.* 2014. Vol. 12. P. 119.
7. Flegal K. M., Carroll M. D., Kit B. K., Ogden C. L. Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999–2010. *JAMA.* 2012. Vol. 307. Pp. 491–497.
8. Martin B. J., Verma S., Charbonneau F., Title L. M. [et al.]. The relationship between anthropometric indexes of adiposity and vascular function in the FATE cohort. *Obesity (Silver Spring).* 2013. Vol. 21. Pp. 266–273.
9. Navarro-Alarcon M., Ruiz-Ojeda F. J., Blanca-Herrera R. M. [et al.]. Melatonin and metabolic regulation: a review. *Food Funct.* 2014. Vol. 5. Pp. 2806–2832.
10. Srinivasan V., Ohta Y., Espino J. [et al.]. Metabolic syndrom, ist pathophysiology and the role of melatonin. *Recent Pat Endocr. Metab. Immune Drug Discove.* 2013. Vol. 7, N1. Pp. 11–25.
11. Touboul P.J. [et al.]. Mannheim Carotid Intima-Media Thickness and Plaque Consensus (2004–2006–2011). *Cerebrovasc. Dis.* 2012. Vol. 34, N4. Pp. 290–296.

Received 20.02.2016

**For citing.** Zybina N.N., Tikhomirova O.V., Bobko O.V., Frolova M.Yu. Markery metabolicheskogo sindroma u likvidatorov avarii na Chernobyl'skoi AES s distsirkulyatornoi entsefalopatiei. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2016. N 1. Pp. 41–47. (In Russ.)

Zybina N.N., Tikhomirova O.V., Bobko O.V., Frolova M.Yu. Metabolic syndrome markers in Chernobyl accident recovery workers with chronic cerebrovascular disease. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2016. N 1. Pp. 41–47. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-41-47

## К 30-ЛЕТИЮ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС: ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЙ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1</sup> Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко (Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10);

<sup>2</sup> Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области Роспотребнадзора (Россия, г. Воронеж, ул. Космонавтов, д. 21);

<sup>3</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий (Россия, г. Воронеж, пр. Революции, д. 19)

Представлена оценка последствий радиоактивного воздействия аварии на Чернобыльской АЭС (1986 г.) на территорию Воронежской области, удаленную от эпицентра более 600 км. Для этого были использованы данные радиологической лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области. Основными показателями для оценки воздействия аварии на Чернобыльской АЭС на территорию Воронежской области были выбраны характеристики поверхностной загрязненности почвы радионуклидами цезия-137 и стронция-90 (Ки/км<sup>2</sup>), суммарные среднегодовые эффективные дозы облучения (мЗв/год), показатель мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (мкЗв/ч). Установлено, что на территориях Воронежской области, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, за 30-летний период произошло снижение максимальных значений поверхностной загрязненности почвы радионуклидами цезия-137 с 3,15 до 1,66 Ки/км<sup>2</sup>, стронция-90 с 0,063 до 0,0033 Ки/км<sup>2</sup>. Максимальные территориальные значения среднегодовых эффективных доз внешнего облучения снизились с 1,70 до 0,08 мЗв/год. На основании проведенных исследований, в настоящее время радиационную обстановку на территории Воронежской области можно считать удовлетворительной. По результатам оценки показателей, характеризующих уровень воздействия источников ионизирующего излучения, превышений нормативов не зарегистрировано. Среднегодовая эффективная доза от «Чернобыльских выпадений», получаемая жителями населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному воздействию, в 2010–2015 гг. не превышает 0,16 мкЗв/год. В структуре коллективной дозы облучения населения Воронежской области ежегодно лидирует доза от природных источников ионизирующего излучения, которая составляет от 74,96 до 76,68 % (в среднем по России в 2014 г. – 86,81 %); далее следуют медицинские источники ионизирующего излучения, ежегодный вклад которых в коллективную дозу варьирует от 20,04 до 24,78 % (по России в 2014 г. – 12,91 %), техногенно измененный радиационный фон, включая глобальные выпадения и аварию на ЧАЭС – от 0,18 до 0,20 % (по РФ в 2014 г. – 0,23 %), излучения от деятельности предприятий, использующих источники ионизирующего излучения – 0,07–0,08 % (по России в 2014 г. – 0,05 %). По результатам анализа онкологической заболеваемости населения за последние пять лет (злокачественные новообразования всего, в том числе щитовидной железы, лимфатической и кроветворной ткани), достоверности различий их величин на территориях, которые были контрастны по уровню радиоактивного загрязнения после Чернобыльской катастрофы, не установлено, что позволяет сделать вывод об отсутствии в настоящее время связи между плотностью радиоактивного загрязнения территорий Воронежской области и уровнем злокачественных новообразований у населения, проживающего на них.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, радиоэкология, радиоактивное загрязнение, Воронежская область.

### Введение

Разрушение 26 апреля 1986 г. 4-го энергоблока Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), расположенной на территории Украинской ССР (сегодня – Республика Украина), носило взрывной характер, реактор был полностью разрушен, и в окружающую

среду было выброшено большое количество радиоактивных веществ. Последствия данной катастрофы анализируются на протяжении третьего десятка лет [1, 4, 8].

Информационный поиск научных публикаций, посвященный оценке последствий Чернобыльской катастрофы по рассматрива-

✉ Попов Валерий Иванович – д-р мед. наук проф., зав. каф. общ. гигиены Воронеж. гос. мед. ун-т им. Н.Н. Бурденко (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10); e-mail: 9038504004@mail.ru;

Клепиков Олег Владимирович – д-р биол. наук проф., зав. отд-нием информ. технологий Центра гигиены и эпидемиологии в Воронеж. обл. (Россия, 394038, г. Воронеж, ул. Космонавтов, д. 21), проф. каф. инж. экологии Воронеж. гос. ун-та инж. технологий (Россия, 394036, г. Воронеж, пр. Революции, д. 19); e-mail: klera1967@rambler.ru;

Кузмичёв Максим Константинович – канд. мед. наук, зав. радиол. лаб. Центра гигиены и эпидемиологии в Воронеж. обл. (Россия, 394038, г. Воронеж, ул. Космонавтов, д. 21), доц. каф. гигиенических дисциплин Воронеж. гос. мед. ун-та им. Н.Н. Бурденко (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10); e-mail: maxidoctor@rambler.ru.

емой проблеме, проведенный в мировой реферативно-библиографической базе данных Scopus (<http://www.scopus.com>) и Научной электронной библиотеке (<http://www.elibrary.ru>), показывает значительный интерес к оценке медико-биологических, экологических и социальных последствий данной аварии. Так, при поисковых словосочетаниях «Chernobyl» и поисковом режиме «Title – Abstract – Keywords» в базе данных Scopus были найдены 557 научных статей, рассматривающих последствия Чернобыльской катастрофы. Наукометрическая оценка отечественных публикаций по базе данных (<http://www.elibrary.ru>) по поисковому запросу «Чернобыль» (по состоянию на январь 2015 г.) позволила создать массив из 254 отечественных публикаций. Научные статьи в журналах составили 60,6% (154 статьи), материалы конференций, съездов, симпозиумов – 8,7% (22 публикации). Большинство работ посвящены оценке экстремальных радиационных медико-биологических и экологических последствий Чернобыльской катастрофы (69,5% публикаций). Среди других встречающихся направлений – оценка последствий пожара на атомной электростанции, статьи, поднимающие социальные вопросы последствий аварии. Естественно, мы понимаем, что формирование поисковых запросов в базах данных по рассматриваемой теме не лишено субъективного фактора, что может исказить полученные результаты, однако масштабность актуальности проблемы ни у кого не вызывает сомнений.

Часть территории Воронежской области, граница которой удалена от Чернобыля приблизительно на 600 км, в результате аварии на ЧАЭС оказалась подверженной радиоактивному загрязнению [9, 10]. 30-летний период, прошедший после аварии на ЧАЭС, позволяет оценить долговременные последствия крупномасштабной радиационной аварии на территории Воронежской области.

*Цель исследования* – оценка отдаленных последствий радиоактивного воздействия аварии на ЧАЭС на территорию Воронежской области, удаленную от эпицентра более чем на 600 км.

### **Материал и методы**

Оценка отдаленных последствий аварии на ЧАЭС для территории и населения Воронежской области проведена по фондовым региональным данным радиологической лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области на основе анализа ин-

формации, содержащейся в базе данных «Рег-БД36», разработанной в Санкт-Петербургском научно-исследовательском институте радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева, в радиационно-гигиеническом паспорте Воронежской области, а также в архивных материалах «Обзор радиационной обстановки на территории Воронежской области за период с 1986 по 1996 год» (Центр Госсанэпиднадзора в Воронежской области, 1997, 11 с.).

Несмотря на систематичность измерений за 30-летний период, представляет интерес оценка данных с дискретностью в 10 лет (1986, 1996, 2006 и 2015 г.), а также имеющихся архивных данных за 1985 г. – год до аварии на ЧАЭС.

До 2015 г. проанализированы и обобщены данные измерений в 79 населенных пунктах 8 районов Воронежской области (перечень утвержден Постановлением Правительства РФ от 18.12.1997 г. № 1582 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»). В 2015 г. проанализированы данные по 74 населенным пунктам в 8 районах Воронежской области (перечень утвержден Постановлением Правительства РФ от 08.10.2015 г. № 1074 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»).

Основными показателями для оценки воздействия Чернобыльской аварии на территорию Воронежской области были выбраны характеристики поверхностной загрязненности почвы радионуклидами цезия-137 и стронция-90 (Ки/км<sup>2</sup>), суммарные среднегодовые эффективные дозы облучения (мЗв/год). Выбор данных показателей обусловлен тем, что на территориях, пострадавших от катастрофы на ЧАЭС, оцениваются только именно эти два радионуклида, которые в силу своих физических и химических свойств легко включаются в метаболические процессы человека, подменяя собой стабильные изотопы. У этих радионуклидов по сравнению с другими, присутствующими в аварийных выбросах ЧАЭС, наиболее длительные периоды полураспада. Период полураспада цезия-137 составляет 30,2 года, стронция-90 – 28,6 года. Нормы для стронция-90 более жесткие, чем для цезия-137, что связано с его большей опасностью.

Проанализирован также показатель мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (мкЗв/ч).

Выполнен анализ показателей онкологической заболеваемости населения (злокачественные новообразования всего, в том числе щитовидной железы, лимфатической и кроветворной ткани) на территориях, контрастных по уровням воздействия радиационного фактора. При этом использованы официальные данные формы государственной статистической отчетности № 7 «Сведения о заболеваниях злокачественными новообразованиями», содержащие информацию о ежегодном числе случаев впервые в жизни выявленных злокачественных новообразованиях независимо от обстоятельств выявления с распределением этих данных по основным локализациям (согласно МКБ-10) и в разбивке по полу и возрасту за 5-летний период (2010–2014 гг.).

### Результаты и их анализ

До 1986 г. основными источниками поступления искусственных радионуклидов на территорию Воронежской области были глобальные выпадения от проводившихся испытаний ядерного оружия, которые создавали среднюю плотность поверхностного загрязнения по цезию-137 на уровне 0,07 Ки/км<sup>2</sup>. Среднегодовая эффективная доза облучения населения составляла 0,76 мЗв/год. Доза облучения от нуклидов антропогенного происхождения до 1986 г. была гораздо меньше дозы от естественных радионуклидов. Средняя эффективная эквивалентная доза облучения по пищевым цепочкам от стронция-90 составляла в 1985 г. 2,3 мЗв/год и от цезия-137 – 1,3 мЗв/год и была незначительной по вкладу в среднегодовую эффективную дозу.

Авария на ЧАЭС привела к выбросу в атмосферу огромного количества радионуклидов. В апреле–мае 1986 г. на территории Воронежской области в воздухе были зарегистрированы концентрации, возросшие в десятки тысяч раз по сравнению с периодом до 26.04.1986 г., следующих радионуклидов: бериллий-7, стронций-89, -90, цирконий-95, ниобий-95, рубидий-103, -106, цезий-134, -137, церий-141, -144, йод-131, теллур-132, барий-140, лантан-140, нептуний-209. Поскольку йод-131 в первые дни после аварии являлся основным дозообразующим нуклидом, его контролю отводилось приоритетное внимание. Максимальная концентрация йода-131 на отдельных пунктах наблюдения достигала  $5 \cdot 10^{-11}$  Ки/л. При условии сохранения этой концентрации хотя бы в течение одних суток

в условиях пребывания на открытой местности эквивалентная доза от этого нуклида составляла 4,5 мЗв.

Анализ данных по мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в мониторинговой точке (г. Воронеж) за период апрель–май 1986 г. показывает, что, начиная с 30 апреля, её значение возросло примерно в 20 раз, достигла максимума в 2 мкЗв/ч 5 мая и к концу мая снизилась до 0,4 мкЗв/ч. В отдельных районах области уровень загрязнения был более высоким: мощность эквивалентной дозы гамма-излучения к 5 мая увеличилась в десятки раз и достигала 8 мкЗв/ч в Хохольском районе и 7,5 мкЗв/ч в Репьевском районе. Средний по 32 районам области уровень гамма-излучения на 05.05.1986 г. составлял 1,15 мкЗв/ч, что было в 10 раз выше величин фона, зарегистрированного до 26.04.1986 г. Наименее загрязненным оказался Эртильский район (0,25 мкЗв/ч). Следует отметить ярко выраженный неравномерный характер загрязнения территории области, обусловленный метеоусловиями (в частности, менявшееся направление ветра и интенсивные дожди, имевшие место в мае 1986 г.).

За счёт радиоактивных выпадений из ЧАЭС на территорию области её население за счет внешнего облучения дополнительно получило в 1986 г. дозу в 1,05 мЗв, 75% этой дозы было получено в мае.

Было установлено, что большое число нуклидов, поступивших с аэрозолями на территорию Воронежской области, основную дозу облучения создавали по пищевым цепям. На основе оценки содержания цезия-137 и стронция-90 в четырех основных продуктах питания (хлеб, мясо, молоко, картофель) и величине их потребления были рассчитаны дозы облучения населения. В 1986 г. суммарная по всем видам продуктов доза составила в среднем: по стронцию-90 – 0,76 мЗв/год, по цезию-137 – 0,06 мЗв/год. До аварии на ЧАЭС годовая эквивалентная доза от нуклидов, содержащихся в продуктах питания, составляла по цезию-137 0,001 мЗв/год, по стронцию-90 – 0,12 мЗв/год. Следует отметить несколько заниженные расчетные значения полученных доз из-за того, что не были учтены все продукты питания.

Эквивалентная доза, полученная населением с молоком по йоду-131, составляла в 1986 г. 4,24 мЗв. Следовательно, эквивалентная доза облучения, полученная населением с продуктами питания, в основном была обусловлена йодом-131 [10].

По результатам оценки радиологических показателей в 1986 г. 8 из 32 административных районов Воронежской области были отнесены к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (Аннинский, Верхнехавский, Нижнедевицкий, Ольховатский, Острогожский, Панинский, Репьевский, Хохольский районы).

Ретроспективный анализ данных за 30-летний период, проведенный по 79 населенным пунктам 8 районов, оказавшихся в зоне радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС, показывает снижение практически всех показателей. Так, максимальные значения поверхностной загрязненности почвы радионуклидом цезия-137 снизились с 3,15 до 1,66 Ки/км<sup>2</sup>, стронция-90 – с 0,063 до 0,0033 Ки/км<sup>2</sup> (табл. 1). Данные за 2015 г. представлены в целом по Воронежской области до аварии на ЧАЭС по архивным материалам.

Максимальные территориальные значения суммарных среднегодовых эффективных доз облучения с 1985 по 2015 г. снизились с 3,29 до 0,08 мЗв/год.

Наиболее быстро после аварии стабилизировался гамма-фон. В течение следующего после аварии года в среднем по области он составил 0,12 мкЗв/ч. В последующие годы – ежегодно лежал в интервале от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч, т. е. на уровне до Чернобыльской катастрофы (табл. 2).

Во всех населенных пунктах Воронежской области, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения, средние годовые эффективные дозы у населения, обусловленные радиоактивным загрязнением вследствие

Чернобыльской катастрофы, с 1988 г. не превышали 1 мЗв. В соответствии с «Концепцией радиационной, медицинской и социальной защиты и реабилитации населения Российской Федерации, подвергшегося аварийному облучению», в таких населенных пунктах не требуется проведения противорадиационных мероприятий и сохраняется выборочный характер радиационного контроля.

Для сравнения дозовых нагрузок на население Воронежской области от различных видов источников ионизирующего излучения нами также проведен анализ данных радиационно-гигиенической паспортизации территории Воронежской области за 2010–2015 гг. Его результаты свидетельствуют, что коллективная годовая эффективная доза облучения населения Воронежской области за счет всех источников ионизирующего излучения составляет от 6684 до 7710 чел./Зв. В структуре коллективной дозы населения Воронежской области ежегодно лидирует доза от природных источников ионизирующего излучения, которая составляет от 74,96 до 76,68 % (в среднем по России в 2014 г. – 86,81 %); далее следуют медицинские источники ионизирующего излучения, ежегодный вклад которых в коллективную дозу варьирует от 20,04 до 24,78 % (по России в 2014 г. – 12,91 %), техногенно измененный радиационный фон, включая глобальные выпадения и аварию на ЧАЭС – от 0,18 до 0,20 % (по России в 2014 г. – 0,23 %), излучения от деятельности предприятий, использующих источники ионизирующего излучения – 0,07–0,08 % (по России в 2014 г. – 0,05 %). Большой удельный вес

**Таблица 1**

Показатели (min–max) радиоактивного загрязнения по 79 населенным пунктам Воронежской области, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на ЧАЭС

Показатель	Год				
	1985	1986	1996	2006	2015
Поверхностная загрязненность почвы цезием-137, Ки/км <sup>2</sup>	0,07	1,18–3,15	0,95–2,52	0,75–2,00	0,62–1,66
Поверхностная загрязненность почвы стронцием-90, Ки/км <sup>2</sup>	Нет данных	0,024–0,063	0,019–0,050	0,015–0,039	0,012–0,033
Суммарные среднегодовые эффективные дозы облучения, мЗв/год	0,76	1,28–3,29	0,06–0,16	0,04–0,11	0,03–0,08

**Таблица 2**

Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч

Показатель	Год				
	1985	1986	1996	2006	2015
Среднее значение по области	0,105 ± 0,008	0,222 ± 0,020	0,106 ± 0,010	0,102 ± 0,020	0,105 ± 0,030
Интервал значений по области (min–max)	0,08–0,14	0,09–0,13	0,08–0,14	0,08–0,14	0,07–0,14

Таблица 3

Годовая эффективная доза на 1 жителя Воронежской области за счет всех источников ионизирующего излучения в сравнении со среднероссийскими показателями (мЗв/год)

Территориальная единица	Год					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Воронежская область	2,925	2,980	3,167	3,095	3,309	3,209
Российская Федерация	3,835	3,830	3,800	3,900	3,789	–

медицинской компоненты в структуре коллективной дозы у населения Воронежской области по сравнению с аналогичным среднероссийским показателем обусловлен тем, что для Воронежской области характерно меньшее, по сравнению с Российской Федерацией в целом, значение вклада природного облучения [6, 7]. В этой связи для оценки радиационного воздействия на население более информативным показателем является средняя доза на одного жителя [5]. Возможно также, что доза облучения от медицинских вмешательств засела и от качества рентгеновской аппаратуры, что может явиться предметом наших дальнейших исследований.

Установлено, что средняя годовая эффективная доза на 1 жителя Воронежской области за счет всех источников ионизирующего излучения в 2010–2015 гг. составляет от 2,980 до 3,309 мЗв/год, что меньше, чем по России (табл. 3).

Максимальный показатель 3,309 мЗв отмечен в 2014 г. (по России – 3,789 мЗв).

На основании проведенных исследований, в настоящее время радиационную обстановку на территории Воронежской области можно считать удовлетворительной. По результатам оценки показателей, характеризующих уровень воздействия источников ионизирующего излучения, превышений нормативов не зарегистрировано.

Одним из значимых индикатором воздействия радиационного фактора является уровень онкологической заболеваемости насе-

ления [5]. В этой связи для ответа на вопрос о влиянии радиационной ситуации, сложившейся на территории Воронежской области в настоящее время, на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями, нами проведен выборочный анализ данных по двум административным районам – Хохольскому, территория которого была наиболее подвержена радиоактивному загрязнению от аварии на ЧАЭС, и Эртильскому, территория которого была наименее подвержена радиоактивному загрязнению от аварии на ЧАЭС по объективным данным радиологического мониторинга. Выборка данных проведена за 2012–2014 гг. (табл. 4).

В целом при анализе онкологической заболеваемости населения не было установлено достоверных различий показателей на территориях, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС и не отнесенных к данным зонам, за исключением злокачественных новообразований щитовидной железы среди женщин ( $p < 0,05$ ).

На территории, наименее подверженной радиоактивному загрязнению от аварии на ЧАЭС, среднемноголетний уровень онкологической заболеваемости у мужчин составляет  $(488,88 \pm 33,92)$  случая на 100 тыс. населения и выше, чем на территории, наиболее подверженной радиоактивному загрязнению от аварии на ЧАЭС  $(430,29 \pm 21,31)$ . Среди женщин наоборот:  $(444,45 \pm 97,42)$  и  $(394,51 \pm 17,43)$  случая на 100 тыс. населения. Злокачествен-

Таблица 4

Среднемноголетний уровень онкологической заболеваемости населения за 2010–2014 гг. (показатель числа случаев заболеваний на 100 тыс. населения,  $M \pm m$ )

Злокачественные новообразования	Район Воронежской области	
	Хохольский (наиболее пострадавший)	Эртильский (наименее пострадавший)
Всего, мужчины	$430,29 \pm 21,31$	$488,88 \pm 33,92$
Всего, женщины	$444,45 \pm 97,42$	$394,51 \pm 17,43$
Щитовидной железы, мужчины	$2,94 \pm 0,97$	$3,61 \pm 1,25$
Щитовидной железы, женщины	$26,94 \pm 5,01$	$17,76 \pm 2,87^*$
Лимфатической и кроветворной ткани, мужчины	$17,12 \pm 3,07$	$23,06 \pm 6,67$
Лимфатической и кроветворной ткани, женщины	$22,78 \pm 7,62$	$15,99 \pm 6,07$

\* Достоверные различия при  $p < 0,05$ .

ные новообразования щитовидной железы у мужчин на относительно благополучной территории выше, чем на неблагополучной:  $(3,61 \pm 1,25)$  и  $(2,94 \pm 0,97)$  случая на 100 тыс. населения соответственно, а среди женщин, наоборот, и имеют достоверные различия ( $p < 0,05$ ). Показатели уровня злокачественных новообразований лимфатической и кровеносной ткани на территориях не имеют достоверных различий.

Результаты анализа онкологической заболеваемости населения, отсутствие закономерностей достоверности их различий на территориях позволяют сделать вывод об отсутствии в настоящее время связи между плотностью радиоактивного загрязнения территорий Воронежской области и показателями онкологической заболеваемости населения, на них проживающего. Этот результат закономерен по ряду причин.

Во-первых, детерминированные радиационные эффекты (лучевая болезнь, лучевой ожог кожи) возникают при относительно больших дозах (более 50 бэр) за короткий промежуток времени и характеризуются наличием порога радиационного воздействия, ниже которого эффект не наблюдается.

Во-вторых, стохастические радиационные эффекты (онкологические заболевания, серьезные наследственные эффекты) возникают с различной вероятностью в зависимости от полученной дозы. Официально принята «беспороговая концепция», в соответствии с которой стохастические эффекты могут возникать при сколь угодно малой дозе. Но данная концепция базируется не на опытных данных, а на экстраполяции из области более высоких доз.

В-третьих, стохастические радиационные эффекты носят неспецифический характер, т. е. они неотличимы от аналогичных эффектов, обусловленных факторами нерадиационной природы. Поэтому статистически достоверно выделить их над спонтанным уровнем часто невозможно. К сведению, статистически достоверные риски для лейкемии, установленные у людей, переживших атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, обнаружены только с уровня доз выше 60 мЗв (6 бэр) острого облучения [2].

Еще одной проблемой является неадекватное восприятие обществом рисков от последствий аварии на ЧАЭС. Благодаря политике замалчивания в первое время после аварии люди относятся недоверчиво к любым позитивным официальным материалам. В своей работе с населением приходится сталкивать-

ся не столько с реальными радиационными последствиями, сколько с далекими от истины представлениями, наносящими психологический вред населению и обостряющими социальную обстановку [8]. Так, при сокращении списка населенных пунктов, входящих в зону проживания с льготным статусом, жители сокращенных населенных пунктов считают, что лишились льгот несправедливо, так как «дышат тем же воздухом и пьют и едят то же», что и жители соседних населенных пунктов, пользующихся льготным статусом. При этом все свои болезни и недомогания относят на счет «радиации», не принимая во внимание другие источники опасности, такие как химическое загрязнение среды обитания человека, снижение жизненного уровня и т.д.

В перспективе доза от «Чернобыльских выпадений» будет и далее уменьшаться за счет естественных процессов самоочищения почв, а также распада радионуклидов.

### Выводы

1. До 1986 г. основными источниками поступления искусственных радионуклидов на территорию Воронежской области были глобальные выпадения от проводившихся испытаний ядерного оружия, которые создавали среднюю плотность поверхностного загрязнения по цезию-137 на уровне  $0,07$  Ки/км<sup>2</sup>. Средняя эффективная эквивалентная доза облучения по пищевым цепочкам от стронция-90 составляла в 1985 г.  $2,3$  мкЗв/год и от цезия-137 –  $1,3$  мкЗв/год.

2. С точки зрения воздействия на население в первые недели после аварии, наибольшую опасность представлял радиоактивный йод, имеющий сравнительно малый период полураспада (восемь дней). По архивным данным, основная доза в 1986 г., полученная населением Воронежской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, была обусловлена ингаляционным поступлением и поступлением по пищевым цепям йода-131 в организм человека. Эквивалентная доза, полученная населением только с молоком по йоду-131, составляла в 1986 г.  $4,24$  мЗв.

3. Считается, что в настоящее время (и в ближайшие десятилетия) наибольшую опасность представляют изотопы стронция-90 и цезия-137 с периодом полураспада около 30 лет. Установлено, что для территорий Воронежской области, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, за 30-летний период произошло снижение максимальных

значений поверхностной загрязненности почвы радионуклидами цезия-137 с 3,15 до 1,66 Ки/км<sup>2</sup>, стронция-90 – с 0,063 до 0,0033 Ки/км<sup>2</sup>. Максимальные территориальные значения среднегодовых эффективных доз облучения снизились с 1,70 до 0,08 мЗв/год.

3. На основе проведенных исследований, в настоящее время радиационную обстановку на территории Воронежской области можно считать удовлетворительной. По результатам оценки показателей, характеризующих уровень воздействия источников ионизирующего излучения, превышений нормативов не зарегистрировано. Среднегодовая эффективная доза от «Чернобыльских выпадений», получаемая жителями населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному воздействию, в 2010–2015 гг. не превышает 0,16 мЗв/год. В структуре коллективной дозы у населения Воронежской области ежегодно лидирует доза от природных источников ионизирующего излучения, которая составляет от 74,96 до 76,68% (в среднем по России в 2014 г. – 86,81%); далее следуют медицинские источники ионизирующего излучения, ежегодный вклад которых в коллективную дозу варьирует от 20,04 до 24,78% (по России в 2014 г. – 12,91%), техногенно измененный радиационный фон, включая глобальные выпадения и аварию на ЧАЭС, – от 0,18 до 0,20% (по России в 2014 г. – 0,23%), излучения от деятельности предприятий, использующих источники ионизирующего излучения, – 0,07–0,08% (по России в 2014 г. – 0,05%).

4. По результатам анализа онкологической заболеваемости населения за последние пять лет достоверности различий их величин на территориях, которые были контрастны по уровню радиоактивного загрязнения после Чернобыльской катастрофы, не установлено, что позволяет сделать вывод об отсутствии в настоящее время связи между плотностью радиоактивного загрязнения террито-

рий Воронежской области и уровнем злокачественных новообразований у населения, проживающего на них.

### Литература

1. Балонов М. И. Последствия Чернобыля: 20 лет спустя // Радиация и риск (Бюл. Нац. радиац.-эпидемиол. регистра). 2006. Т. 15, № 3/4. С. 97–119.
2. Ермоленко Е. В., Семенов А. А. Ядерная бомбардировка США Хиросимы и Нагасаки и ее последствия // Вестн. Краснодарск. гос. института культуры. 2015. № 3. С. 1–2.
3. Заряева Е. В., Кузмичёв М. К. Гигиеническая оценка радиационного фактора на территории в Воронежской области // Вестн. новых медицинских технологий. 2011. Т. 18, № 2. С. 478–480.
4. Иванов В. К., Цыб А. Ф. Медицинские радиологические последствия спустя 20 лет после аварии на Чернобыльской АЭС // Атомная энергия. 2006. Т. 100, № 4. С. 297–304.
5. Легеза В. И., Ушаков И. Б., Гребенюк А. Н., Попов В. И. Радиобиология, радиационная физиология и медицина : словарь-справочник. Воронеж : Науч. книга, 2014. 152 с.
6. Стёпкин Ю. И., Кузмичёв М. К., Клепиков О. В., Кухтина И. В. Гигиеническая оценка доз облучения населения Воронежской области от источников ионизирующего излучения // Гигиена и санитария. 2015. № 9. С. 39–41.
7. Стёпкин Ю. И., Кузмичёв М. К., Клепиков О. В. Результаты регионального мониторинга доз облучения населения от источников ионизирующего излучения // Радиационная гигиена. 2015. Т. 8, № 4. С. 83–86.
8. Чернобыль: 25 лет спустя: социально-правовые и медицинские проблемы граждан, пострадавших в радиационных авариях и катастрофах : материалы всерос. науч.-практ. конф. СПб., 2011. 268 с.
9. Чубирко М. И., Попов В. И., Либина И. И. Гигиеническая характеристика радиационной обстановки в Воронежской области // Медико-физиологические проблемы экологии человека : материалы IV всерос. конф. Ульяновск, 2011. С. 296–298.
10. Чубирко М. И., Яменсков А. А. Радиационной обстановке на территории Воронежской области в связи с аварией на Чернобыльской АЭС // Здоровье населения и среда обитания. 2006. № 4. С. 32–34.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

### On the 30-th anniversary of the Chernobyl accident: assessment of the impact of radioactive contamination and current radiation situation in the Voronezh region

Popov V. I.<sup>1</sup>, Klepikov O. V.<sup>2,3</sup>, Kuzmichev M. K.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko (Russia, 394036, Voronezh, Student Str., 10);

<sup>2</sup> Center of Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region (Russia, 394038, Voronezh, Kosmonavtov Str., 21);

<sup>3</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies (Russia, 394036, Voronezh, Revolution Ave., 19).

✉ Valery Ivanovich Popov — Dr. Med. Sci. Prof., Head of the Department of General Hygiene Medical University Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Russia, 394036, Voronezh, Student Str., 10); e-mail: 9038504004@mail.ru;

Oleg Vladimirovich Klepikov – Dr. Biol. Sci. Prof., Head of the Information Technology Department, Center of Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region (Russia, 394038, Voronezh, Kosmonavtov Str., 21), Prof. of Department of Environmental Engineering, Voronezh State University of Engineering Technologies (Russia, 394036, Voronezh, Revolution Ave., 19); e-mail: klepa1967@rambler.ru;

Maxim Konstantinovich Kuzmichev – PhD Med. Sci., Head of the Radiological Research Laboratory, Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region (Russia, 394038, Voronezh, Kosmonavtov Str., 21), associate professor, Hygiene Department, Medical University Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Russia, 394036, Voronezh, Studencheskaya Str. 10); e-mail: maxidoctor@rambler.ru.

**Abstract.** The aim of the study was to evaluate the effect of radiation from the 1986 Chernobyl disaster for the Voronezh region situated at a distance of more than 600 km from the epicenter. Data from the radiological laboratory of Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region were used. Characteristics of the soil surface contamination with cesium-137 and strontium-90 (Ci/km<sup>2</sup>), the overall average annual effective dose (mZv/year), the dose of gamma radiation (mZv/h) were selected to assess the impact of the Chernobyl accident on the Voronezh region. It was found that for the Voronezh region areas of radioactive contamination from the Chernobyl disaster, maximum surface contamination of soils with cesium-137 reduced from 3.15 to 1.66 Ci/km<sup>2</sup>, strontium-90 from 0,063 to 0.0033 Ci/km<sup>2</sup> over 30 years. Maximum territorial average annual effective dose of external radiation decreased from 1.70 to 0.08 mZv/year. Based on the research the current radiation situation in the Voronezh region can be considered satisfactory (secure). Radiation indicators comply with safety regulations. The average annual effective dose from «Chernobyl rain» for residents of the settlements subjected to radioactive exposure, in 2010–2015 did not exceed 0.16 mZv/year. In the structure of the collective radiation dose of the population of the Voronezh region, doses from natural sources of ionizing radiation dominate each year (from 74.96 to 76.68 %; average for Russia in 2014 – 86.81 %); followed by medical sources of ionizing radiation, their annual contribution to the collective dose varies from 20.04 to 24.78 % (in Russia in 2014 – 12.91 %), technologically modified radiation background, including global fallout and the Chernobyl accident – from 0.18 to 0.20 % (in Russia in 2014 – 0.23 %), radiation from enterprises that use sources of ionizing radiation – 0.07–0.08 % (in Russia in 2014 – 0.05 %). According to the analysis of cancer incidence over the past five years (total malignant neoplasms, including the thyroid gland, lymphatic and hematopoietic tissue), there were no significant differences between areas with varying radioactive contamination after the Chernobyl accident. Therefore, it can be concluded that the density of radioactive pollution in the Voronezh region is currently not associated with malignancy rates.

**Keywords:** emergency situation, Chernobyl Nuclear Power Plant, radioecology, radioactive pollution, Voronezh region.

#### References

1. Balonov M.I. Posledstviya Chernobylya: 20 let spustya [The consequences of Chernobyl: 20 Years After]. *Radiatsiya i risk (Byulleten' Natsional'nogo radiatsionno-epidemiologicheskogo registra)* [Radiation risk (Bulletin of the National Radiation and Epidemiological Registry)]. 2006. Vol. 15, N 3/4. Pp. 97–119. (In Russ.)
2. Ermolenko E.V., Semenov A.A. Yadernaya bombardirovka SShA Khirosimy i Nagasaki i ee posledstviya [US nuclear bombing of Hiroshima and Nagasaki and its consequences]. *Vestnik Krasnodarskogo gosudarstvennogo instituta kul'tury* [Bulletin of the Krasnodar State Institute of Culture]. 2015. N 3. Pp. 1–2. (In Russ.)
3. Zaryaeva E.V., Kuzmichev M.K. Gigienicheskaya otsenka radiatsionnogo faktora na territorii v Voronezhskoi oblasti [Hygienic assessment of the radiation factor in the territory of the Voronezh Region]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Journal of New Medical Technologies]. 2011. Vol. 18, N 2. Pp. 478–480. (In Russ.)
4. Ivanov V.K., Tsyb A.F. Meditsinskie radiologicheskie posledstviya spustya 20 let posle avarii na Chernobyl'skoi AES [Medical radiological consequences of 20 years after the Chernobyl accident]. *Atomnaya energiya* [Nuclear power]. 2006. Vol. 100, N 4. Pp. 297–304. (In Russ.)
5. Legeza V.I., Ushakov I. B., Grebenyuk A. N., Popov V.I. Radiobiologiya, radiatsionnaya fiziologiya i meditsina [Radiobiology, radiation medicine and physiology]. Voronezh. 2014. 152 p. (In Russ.)
6. Stepkin Yu.I., Kuzmichev M.K., Klepikov O.V., Kukhtina I.V. Gigienicheskaya otsenka doz oblucheniya naseleniya Voronezhskoi oblasti ot istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya [Hygienic estimation of doses to the population of the Voronezh region from ionizing radiation sources]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene & Sanitation]. 2015. N 9. Pp. 39–41. (In Russ.)
7. Stepkin Yu.I., Kuzmichev M.K., Klepikov O.V. Rezul'taty regional'nogo monitoringa doz oblucheniya naseleniya ot istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya [The results of the regional monitoring of radiation doses from ionizing radiation sources in the population]. *Radiatsionnaya gigiena* [Radiation Hygiene]. 2015. Vol. 8, N 4. Pp. 83–86. (In Russ.)
8. Chernobyl': 25 let spustya: sotsial'no-pravovye i meditsinskie problemy grazhdan, postradavshikh v radiatsionnykh avariakh i katastrofakh [Chernobyl: 25 years later: the social, legal and medical concerns of citizens affected by radiation accidents and catastrophes] : Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg, 2011. 268 p. (In Russ.)
9. Chubirko M.I., Popov V.I., Libina I.I. Gigienicheskaya kharakteristika radiatsionnoi obstanovki v Voronezhskoi oblasti [Hygienic characteristics of the radiation situation in the Voronezh region]. *Mediko-fiziologicheskie problemy ekologii cheloveka* [Medical and physiological problems of human ecology] : Scientific. Conf. Proceedings. Ul'yanovsk. 2011. Pp. 296–298. (In Russ.)
10. Chubirko M.I., Yamenskov A. A. O radiatsionnoi obstanovke na territorii Voronezhskoi oblasti v svyazi s avariye na Chernobyl'skoi AES [Radiation situation in the Voronezh region in connection with the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya* [Public health and environment]. 2006. N 4. Pp. 32–34. (In Russ.)

Received 25.01.2016

**For citing.** Popov V.I., Klepikov O.V., Kuzmichev M.K. K 30-letiyu katastrofy na Chernobyl'skoi AES: otsenka posledstviy radioaktivnogo zagryazneniya i sovremennoi radiatsionnoi obstanovki na territorii Voronezhskoi oblasti. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 48–55. (In Russ.)

Popov V.I., Klepikov O.V., Kuzmichev M.K. On the 30-th anniversary of the Chernobyl accident: assessment of the impact of radioactive contamination and current radiation situation in the Voronezh region. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 48–55. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-48-55

## СОСТОЯНИЕ МИКРОБИОТЫ КИШЕЧНИКА У ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России  
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Представлены данные по применению масс-спектрометрии микробных маркеров у 129 ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС для изучения пристеночной (пробы крови) и просветной (фекалии) микробиоты кишечника. Метод дает качественно новый вариант молекулярного микробиологического исследования благодаря возможности одновременного количественного определения более сотни микробных маркеров непосредственно в биологических пробах без предварительного культивирования микроорганизмов и использования биохимических тестовых материалов и генетических праймеров. Проведенное исследование микробиоты крови и фекалий методом хромато-масс-спектрометрии микробных маркеров свидетельствует о наличии у обследуемых ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС выраженного дисбиоза кишечника. Отмечаются увеличение общего количества микробных маркеров в крови и их снижение в фекалиях; двукратное повышение в крови количества микробных маркеров *Propionibacterium/Clostridium Subterminale* на фоне снижения *Lactobacillus*, а в фекалиях – повышение микробных маркеров *Eubacterium/Clostridium Coccoides* и снижение маркеров *Lactobacillus*; увеличение количества микробных маркеров условно-патогенной микробиоты в крови и фекалиях. Полученные индивидуальные профили микробиома послужили основой для целенаправленной коррекции выявленных нарушений.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, авария, Чернобыльская АЭС, ликвидатор последствий аварии, масс-спектрометрия, микробный маркер, микробиота, микроорганизм, микроэкологический статус.

### Введение

Результаты эпидемиологического анализа состояния здоровья граждан, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) в отдаленном периоде [1], свидетельствуют о том, что болезни органов пищеварения (XI класс по МКБ-10) в структуре заболеваемости составляют 11%, онкологические заболевания желудочно-кишечного тракта – 38% от всех новообразований (II класс по МКБ-10).

Отдаленная радиационная патология пищеварительного тракта может развиваться в результате воздействия внешних источников радиации и инкорпорации радионуклеидов, для которых желудочно-кишечный тракт является одним из важнейших путей посту-

пления и экскреции из организма. В тонкой кишке есть активно делящиеся клетки, являющиеся родоначальниками (стволовыми) для всех функционирующих клеток крови и клеток тонкой кишки. При дозе 45 Гр осложнения составляют 1–5%, при дозах 50–60 Гр – до 60%. При дозах 30 Гр наступает атрофия слизистой оболочки, нарушается адсорбция витамина В<sub>12</sub>. У лиц, подвергающихся низкоинтенсивному профессиональному облучению, развиваются отчетливые дисбиотические изменения, заключающиеся в снижении количества анаэробных микроорганизмов (бактероидов, пептострептококков, фузобактерий, лакто- и бифидофлоры).

По данным авторов [2], функциональные заболевания кишечника у этих лиц составля-

✉ Родионов Геннадий Георгиевич – д-р мед. наук доц., зав. науч.-исслед. лаб. токсикологии и лекарств. мониторинга Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: rodgengeor@yandex.ru;

Ушал Инна Эдвардовна – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. науч.-исслед. лаб. токсикологии и лекарств. мониторинга Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: innaushal@mail.ru;

Колобова Екатерина Алексеевна – химик-эксперт науч.-исслед. лаб. токсикологии и лекарств. мониторинга Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: ekatderyabina@mail.ru;

Светкина Екатерина Владимировна – ординатор отд. клинич. лаб. диагностики Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: moerabo4eemilo@gmail.com;

Павлова Елена Ивановна – аспирант отд. клинич. лаб. диагностики Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: lena19828@mail.ru.

ют 37%, а в 51% случаев выявлены признаки воспаления слизистой оболочки толстой кишки. Авторами сделан вывод о более выраженных воспалительных изменениях слизистой оболочки толстой кишки при незначительной клинической симптоматике и более частом выявлении синдрома избыточного бактериального роста. Эти данные свидетельствуют об актуальности определения микробиоты кишечника с помощью самой современной технологии, поэтому микробиологический статус человека, точнее, поддержание его гомеостаза, является необходимым условием стабильного функционирования всех его органов и систем. Соответственно, одним из первых этапов в реабилитации людей, переживающих экстремальные ситуации в силу особенностей своих профессий [спасатели, пожарные, участники боевых действий, ликвидаторы последствий аварий (ЛПА) и чрезвычайных ситуаций и др.], должен быть контроль и восстановление микробиоценоза, если он оказался нарушенным.

Применяемые сегодня в клинической практике методы определения микробиологического статуса, а также диагностики инфекций имеют определенные ограничения и недостатки. Например, существенным недостатком классического бактериологического исследования, помимо дороговизны и длительности (7–10 сут), является невозможность оценить роль некультивируемых микроорганизмов в инфекционно-воспалительном процессе, прежде всего – анаэробов. Используемый в качестве дополнительного к классическому иммуносерологический метод является непрямым, поскольку выявляет не возбудителя, а иммунный ответ на него, который может иметь индивидуальные вариации. Известные молекулярно-биологические методы при несомненных преимуществах – прямое определение возбудителя, высокие специфичность и чувствительность, универсальность, скорость, возможность диагностики хронических и латентных инфекций – имеют такие серьезные недостатки, как частые ложноположительные результаты и невозможность адекватной количественной оценки [4, 6, 9].

Из всего изложенного вытекает очевидная востребованность в надежном количественном экспресс-методе диагностики дисбактериозов и определения возбудителей инфекции.

Таким методом является хемодифференциация микроорганизмов с помощью газовой хроматографии, основанная на количе-

ственном определении маркерных веществ микроорганизмов (жирных кислот, альдегидов, спиртов и стероидов). Этот метод, как медицинская технология, позволяет не только проводить мониторинг этих соединений в образцах, но также и рассчитывать численность микроорганизмов того или иного таксона в образце. В этом принципиальное отличие метода, придающее ему качественно новое свойство – возможность разложения суперпозиции всего пула микробных маркеров, что позволяет оценить вклад от каждого из сотен видов микроорганизмов, присутствующих, например, в фекалиях [8].

Предлагаемый метод газовой хроматографии, совмещенной с масс-спектрометрией (ГХ–МС), позволяет детектировать в исследуемых образцах маркеры, компоненты клеток широкого спектра микроорганизмов нормальной и патогенной микробиоты человека. Метод ГХ–МС обеспечивает возможность детектировать одновременно множество маркеров микроорганизмов при проведении анализа одного образца. Внедрение ГХ–МС позволяет сократить время и стоимость исследования, минуя стадии повторных пересевов первичных колоний и тестовых ферментаций, которые особенно сложны, трудоемки и длительно для анаэробов. Метод позволяет не только определять маркерные вещества (жирные кислоты, альдегиды, спирты и стероиды) в чистых культурах микроорганизмов, выделенных из клинического материала [3], но и выявлять и количественно определять состав микробного сообщества, который кроется за набором маркеров конкретной пробы [5, 11].

В 2010 г. Росздравнадзором разрешено его применение в качестве новой медицинской технологии «Оценки микробиологического статуса человека методом хромато-масс-спектрометрии» на территории Российской Федерации (разрешение ФС 2010/038 от 24.02.2010 г.).

### Материал и методы

В рамках оказания специализированной медицинской помощи в амбулаторно-поликлинических условиях у 129 ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) на ЧАЭС проведен забор 129 проб крови (оценка пристеночной микробиоты) и 30 проб фекалий (оценка просветной микробиоты). Содержание микробных маркеров в указанных пробах осуществляли методом ГХ–МС.

Для анализа цельную кровь в количестве 40 мкл пипеткой переносили в вials (емко-

стью 1,5 мл с завинчивающейся крышкой с тефлонированной прокладкой), подсушивали (при снятой крышке) в термостате при 80 °С с добавлением 40 мкл метанола для ускорения сушки. К загустевшей пробе приливали 400 мкл 1М соляной кислоты в метаноле, плотно завинчивали крышку и подвергали кислую метанолизу при 80 °С в течение 1 ч. К охлажденной реакционной среде добавляли 300 нг стандарта (дейтерометильный эфир тридекановой кислоты), растворенного в гексане. Затем проводили экстракцию двумя порциями по 200 мкл гексана, встряхивая смесь на вортексе и позволяя ей отстояться в течение 5 мин при комнатной температуре. Объединенный экстракт переносили в чистый виал, высушивали 5–7 мин при 80 °С, и сухой остаток обрабатывали 20 мкл N, O-бис(триметилсилил)-трифторацетамида в течение 15 мин при 80 °С при закрытой крышке. К реакционной смеси добавляли 80 мкл гексана, и в таком виде проба пригодна для анализа в течение 1 нед, если она герметично закрыта и не происходит ее испарения.

Аналогичную процедуру проводили и с фекалиями (массой 4 мг).

Для проведения анализа смесь эфиров в количестве 2 мкл вводили в инжектор газового хроматографа «Agilent 7890» с масс-селективным детектором «Agilent 5975С» (фирма «Agilent Technologies», США) посредством автоматической системы ввода проб (автосэмплер), которая обеспечивает воспроизводимость времен удерживания хроматографических пиков и повышает точность автоматической обработки данных. Хроматографическое разделение пробы осуществляли на капиллярной колонке с метилсиликоновой привитой фазой HP-5ms (фирма «Agilent Technologies», США) длиной 25 м и внутренним диаметром 0,25мм, газ-носитель – гелий. Режим анализа – программированный, скорость нагрева термостата колонки 7 °С/мин в диапазоне 135–320 °С. Выдержка при начальной температуре 1,5 мин. Температура испарителя – 250 °С, интерфейса – 250–300 °С.

Статистическую обработку результатов исследования провели с применением однофакторного дисперсионного анализа.

### Результаты и их анализ

*Результаты исследования микробных маркеров в крови.* В норме общее количество микробных маркеров в крови должно находиться в диапазоне от 15 752 до 31 504 клеток/г · 10<sup>5</sup>, в том числе полезной микрофлоры от 9013

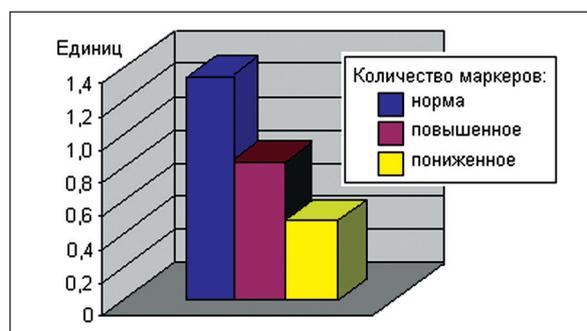
до 18029 клеток/г · 10<sup>5</sup>, условно-патогенной – не более 13475 клеток/г · 10<sup>5</sup>, коэффициент отношения полезной микрофлоры к условно-патогенной составляет 1,34.

При исследовании пристеночной микробиоты у обследуемых ЛПА обнаружено, что среднее количество микробных маркеров в крови у 129 ликвидаторов находилось на уровне 43825 клеток/г · 10<sup>5</sup> (в том числе полезной микрофлоры – до 19 353 клеток/г · 10<sup>5</sup>, условно-патогенной – 24 472 клеток/г · 10<sup>5</sup>, а коэффициент их соотношения составлял 0,79).

Общее количество микробных маркеров в крови у обследуемых ЛПА находилось в пределах нормы (колебания от средних значений ± 20%) у 39 человек (30,2%), выше нормы – у 78 человек (60,5%) и ниже нормы – у 12 человек (9,3%).

Необходимо отметить, что у ЛПА на ЧАЭС с пониженным общим количеством микробных маркеров в крови наблюдалось двукратное снижение количества микробных маркеров полезной микрофлоры на фоне сходным с нормой количеством условно-патогенной флоры (коэффициент их соотношения был равен 0,48) (рис. 1). Изменился количественный и качественный состав пристеночной микробиоты. Так, по сравнению с нормой отмечалось снижение количества микробных маркеров полезной микрофлоры *Eubacterium/Clostridium Soccoides* и *Bifidobacterium* в 1,8–2,0 раза на фоне некоторого компенсаторного увеличения микробных маркеров *Propionibacterium/Clostridium Subterminale* и *Lactobacillus* на 50 и 70% соответственно (рис. 2).

Отмечалось увеличение количества микробных маркеров условно-патогенной микробиоты *Streptococcus* (оральные) в 10 раз, *Nocardia 14:1d11* – в 8,5 раза, *Clostridium hystolyticum* – в 4 раза, *Streptomyces* – в 3 раза, *Clostridium ramosum* и *Propionibacterium jen-*



**Рис. 1.** Величина отношения количества микробных маркеров полезной и условно-патогенной микрофлоры у ЛПА на ЧАЭС в зависимости от общего количества микробных маркеров в крови.

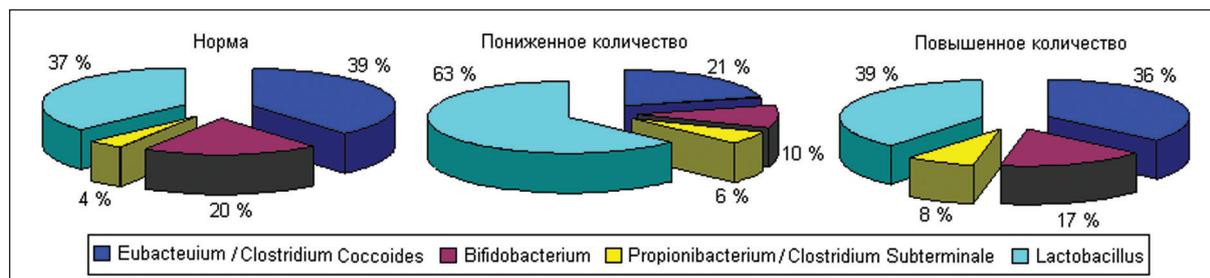


Рис. 2. Структура микробных маркеров полезной микрофлоры в норме с пониженным и повышенным общим количеством микробных маркеров в крови и у ЛПА на ЧАЭС.

senii – в 2 раза, Nocardia asteroides – в 1,5 раза при сниженном количестве микробных маркеров Actinomyces viscosus – в 4 раза, Herpes – в 2 раза и остальных представителей условно-патогенной флоры – в 4 раза (табл. 1).

Необходимо отметить, что у ЛПА на ЧАЭС с повышенным общим количеством микробных маркеров в крови выявлялось двукратное повышение количества микробных маркеров условно-патогенной флоры на фоне умеренного повышения на 34% количества микробных маркеров полезной микрофлоры (коэффициент их соотношения был равен 0,83) (см. рис. 1). Изменился количественный и качественный состав пристеночной микробиоты. Так, на фоне незначительного снижения микробных маркеров полезной микрофлоры Eubacterium/Ci. Coccoides и Bifidobacterium

на 8–15% выявлялось увеличение в 2 раза микробных маркеров Propionibacterium/Ci. Subterminale (см. рис. 2).

Отмечалось увеличение количества микробных маркеров условно-патогенной микробиоты Nocardia 14:1d11 в 8 раз, Streptococcus (оральные) – в 6 раз, Clostridium histolyticum – в 5 раз, Streptomyces и Propionibacterium jensenii – в 3 раза, Clostridium ramosum – в 1,7 раза, Nocardia asteroides – в 1,5 раза при сниженном количестве микробных маркеров микроскопических грибов, продуцирующих кампестерол, в 21 раз и ситостерол – в 14 раз, Actinomyces viscosus – в 2 раза, Staphylococcus intermedius, Streptococcus mutans и Herpes – в 1,2 раза и остальных представителей условно-патогенной флоры – в 3 раза (см. табл. 1).

Таблица 1

Микробные маркеры условно-патогенной и патогенной микрофлоры в крови у ЛПА на ЧАЭС

Условно-патогенная и патогенная микрофлора	Показатель микробных маркеров, n (%), г · 10 <sup>5</sup>			p < 0,05
	низкий (1)	нормальный (2)	высокий (3)	
Грамположительные кокки аэробные или факультативные				
Streptococcus (оральные)	2522 (17,0)	249 (1,8)	3154 (10,8)	1/2; 2/3
Staphylococcus intermedius	791 (5,3)	756 (5,6)	1389 (4,8)	2/3
Streptococcus mutans	177 (1,2)	229 (1,7)	367 (1,3)	1/2; 2/3
Анаэробы				
Clostridium histolyticum	396 (2,7)	95 (0,7)	1080 (3,7)	1/2; 2/3
Clostridium ramosum	4197 (28,4)	2000 (14,8)	7262 (24,9)	1/2; 2/3
Propionibacterium jensenii	431 (2,9)	185 (1,4)	1113 (3,8)	1/2; 2/3
Propionibacterium acnes	84 (0,6)	0,0	155 (0,5)	1/2; 2/3
Actinomyces viscosus	305 (2,1)	1190 (8,8)	1221 (4,2)	1/2
Грамположительные палочки аэробные или факультативные				
Nocardia, 14:1d11	2376 (16,1)	262 (1,9)	4393 (15,1)	1/2; 2/3
Nocardia asteroides	731 (4,9)	448 (3,3)	1457 (5)	1/2; 2/3
Грибы, вирусы и прочие				
Streptomyces	190 (1,3)	62 (0,5)	343 (1,2)	1/2; 2/3
Herpes	797 (5,4)	1648 (12,2)	2929 (10,1)	1/2; 2/3
Микроскопические грибы, кампестерол	0,0	842 (6,2)	82 (0,3)	1/2; 2/3
Микроскопические грибы, ситостерол	0,0	384 (2,8)	61 (0,2)	1/2; 2/3
Остальные				
Остальные	1762 (12,1)	4835 (38,0)	4123 (14,1)	1/2; 2/3
Общее количество	14 792 (100,0)	13 765 (100,0)	29 129 (100,0)	2/3

Обращают на себя внимание кардинальные различия в составе и количестве отдельных микробных маркеров в крови у ЛПА на ЧАЭС с различным общим количеством микробных маркеров. У ЛПА на ЧАЭС с пониженным общим количеством микробных маркеров обнаруживалось снижение маркеров *Eubacterium/Clostridium Coccoides*, *Bifidobacterium* в 2 раза и *Nocardia asteroides* – в 4 раза. В то же время, у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС с повышенным общим количеством микробных маркеров выявлялось увеличение маркеров *Propionibacterium/Clostridium Subterminale* в 2 раза и *Nocardia asteroides* в 1,5 раза и снижение маркеров микроскопических грибов, продуцирующих кампестерол, в 21 раз и ситостерол – в 14 раз.

**Результаты исследования микробных маркеров в крови и фекалиях.** Общее количество микробных маркеров в крови у обследуемых ЛПА находилось в пределах нормы (колебания от средних значений  $\pm 20\%$ ) у 14 (47%) человек и выше нормы – у 16 (53%) человек. Общее количество микробных маркеров

в фекалиях у обследуемых ЛПА находилось в пределах нормы (колебания от средних значений  $\pm 20\%$ ) у 10 (33%) человек и ниже нормы – у 20 (67%) человек (табл. 2).

В процессе исследования микробных маркеров установлено, что если у обследуемых ЛПА обнаруживалось повышенное общее количество микробных маркеров в крови, то, как правило, в фекалиях наблюдалось снижение их общего количества.

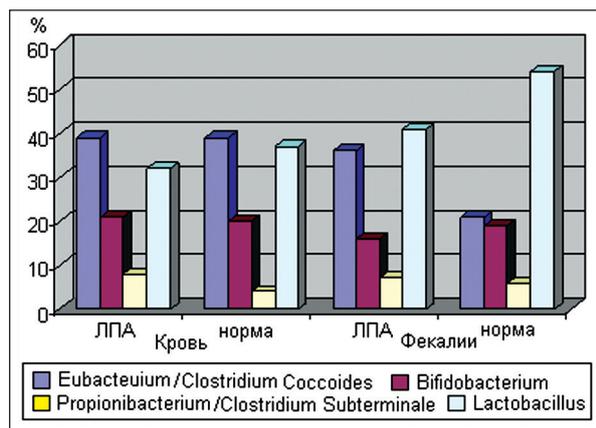
У ЛПА на ЧАЭС в крови с повышенным общим количеством микробных маркеров выявлялось двукратное повышение количества микробных маркеров *Propionibacterium/Clostridium Subterminale* на фоне снижения *Lactobacillus* на 14% (рис. 3). В то же время, в фекалиях с пониженным общим количеством микробных маркеров обнаруживалось повышение микробных маркеров *Eubacterium/Clostridium Coccoides* на 71% и снижение маркеров *Lactobacillus* – на 24%.

В крови обнаруживалось увеличение количества микробных маркеров условно-патогенной микрофлоры *Nocardia 14:1d11*

**Таблица 2**

Микробные маркеры условно-патогенной и патогенной микрофлоры в крови с повышенным общим количеством микробных маркеров и фекалиях с пониженным общим количеством микробных маркеров у ЛПА на ЧАЭС

Условно-патогенная и патогенная микрофлора	Показатель микробных маркеров,%					
	в крови		p <	в фекалиях		p <
	ЛПА	норма		ЛПА	норма	
Грамположительные кокки аэробные или факультативные						
<i>Streptococcus</i> гр. А	9,0	1,8	0,05	5,0	0,8	0,05
<i>Staphylococcus intermedius</i>	4,4	5,6	0,05	5,0	1,0	0,05
<i>Streptococcus mutans</i>	1,4	1,7		1,0	0,3	0,05
Анаэробы						
<i>Clostridium histolyticum</i>	3	0,7	0,05	0,0	0,2	
<i>Clostridium ramosum</i>	24,8	14,8		2,0	0,1	0,05
<i>Clostridium propionicum</i>	0,0	2,1	0,05	0,0	6,5	0,05
<i>Clostridium perfringens</i>	0,0	0,1		4,0	20,9	0,05
<i>Peptostreptococcus anaerobius</i> гр. 1	0,0	0,0		9,0	7,1	0,05
<i>Eubacterium</i> (метаболизм)	0,0	0,4		35,0	43,6	0,05
<i>Propionibacterium jensenii</i>	5,7	1,4	0,05	4,0	4,5	
<i>Actinomyces viscosus</i>	5,0	8,8		1,0	1,3	0,05
Грамположительные палочки аэробные или факультативные						
<i>Nocardia, 14:1d11</i>	14,0	1,9	0,05	8,0	0,1	0,05
<i>Nocardia asteroides</i>	3,5	3,3		1,0	0,1	0,05
<i>Bacillus megaterium</i>	0,0	0,0		3,5	0,1	0,05
Грибы, вирусы и прочие						
<i>Streptomyces</i>	0,8	0,5		4,0	0,7	0,05
Herpes	11,1	12,2		0,0	0,0	
Микроскопические грибы, кампестерол	0,9	6,2	0,05	0,0	0,7	0,05
Микроскопические грибы, ситостерол	0,6	2,8	0,05	0,0	0,4	
Остальные						
Остальные	15,8	35,7	0,05	17,5	11,6	
Общее количество	100,0	100,0		100,0	100,0	



**Рис. 3.** Микробные маркеры полезной микрофлоры у ЛПА на ЧАЭС с повышенным общим количеством микробных маркеров в крови и пониженным общим количеством микробных маркеров в фекалиях.

в 7,4 раза, *Streptococcus* гр. А – в 5 раз, *Clostridium hystolyticum* и *Propionibacterium jensenii* – в 4 раза, *Clostridium ramosum* и *Streptomyces* – в 1,7 раза. При этом выявлялось и снижение количества микробных маркеров *Actinomyces viscosus* в 1,8 раза, микрогрибов (кампестерол) – в 7 раз, микрогрибов (ситостерол) – в 5 раз, остальных маркеров условно-патогенной флоры – в 2,3 раза (см. табл. 2).

В то же время, в фекалиях обнаруживалось увеличение количества микробных маркеров условно-патогенной микробиоты: грамположительные кокки аэробные или факультативные (*Streptococcus* гр. А, *Staphylococcus intermedius*, *Streptococcus mutans*) – в 3–6 раз, *Streptomyces* – в 6 раз, остальных маркеров условно-патогенной флоры – в 1,5 раза. Отмечалось выраженное увеличение микробных маркеров *Nocardia 14:1d11* в 80 раз, *Clostridium ramosum* – в 20 раз, *Bacillus megaterium* – в 35 раз. Было обнаружено и снижение количества микробных маркеров *Clostridium perfringens* в 5 раз и *Eubacterium* (метаболизм) – в 1,2 раза (см. табл. 2).

Обращает на себя внимание увеличение количества микробных маркеров условно-патогенной микробиоты *Streptococcus* гр.А, *Clostridium ramosum*, *Nocardia 14:1d11*, *Streptomyces* как в крови, так и фекалиях.

### Заключение

Проведенное исследование микробиоты кишечника методом хромато-масс-спектрометрии микробных маркеров свидетельствует о наличии у обследуемых ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС

выраженного дисбиоза, который проявляется в следующем изменении микробиоты.

Общее количество микробных маркеров в крови у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС находилось выше нормы у 60,5% и ниже нормы – у 9,3%.

У ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС с пониженным общим количеством микробных маркеров в крови наблюдалось двукратное снижение количества полезной микрофлоры на фоне нормального количества условно-патогенной флоры с изменением ее качественного состава.

У обследованных лиц с повышенным общим количеством микробных маркеров в крови выявлялось двукратное повышение количества условно-патогенной флоры на фоне умеренного повышения количества полезной микрофлоры с изменением ее качественного состава.

При сопоставлении микробных маркеров в крови и фекалиях выявлено:

- увеличение общего количества микробных маркеров в крови при их снижении в фекалиях;
- двукратное повышение в крови количества микробных маркеров *Propionibacterium/Clostridium Subterminale* на фоне снижения *Lactobacillus*, при этом в фекалиях – повышение *Eubacterium/Clostridium Coccoides* и снижение *Lactobacillus*;
- увеличение количества микробных маркеров условно-патогенной микрофлоры как в крови, так и в фекалиях.

Полученные индивидуальные профили микробиоты послужили основой для целенаправленной коррекции выявленных нарушений, основными принципами которой являются: диета, деконтаминация условно-патогенной микрофлоры, восстановление зубиоза, лечение патологии, приведшей к дисбиозу.

### Литература

1. Астафьев О.М., Макарова Н.В., Французова М.Н. [и др.]. Эпидемиологическая характеристика состояния здоровья ликвидаторов аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде // 25 лет после Чернобыля: состояние здоровья, патогенетические механизмы. Опыт медицинского сопровождения ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (руководство для врачей). СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2011. С. 15–55.
2. Бацков С.С., Старосельская Н.А., Пронина Г.А. Диагностика и лечение заболеваний кишечника у ликвидаторов аварии на ЧАЭС // Там же. С. 324–329.

3. Вейант Р., Мосс У., Холлис Д. [и др.]. Определитель нетривиальных патогенных грамотрицательных бактерий. М.: Мир, 1999. 792 с.
4. Михайлова Д. О., Бобылева З. Д., Базарный В. В. [и др.]. Диагностическое значение различных иммунологических методов лабораторной диагностики легионеллеза // Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2008. № 2. С. 51–53.
5. Осипов Г. А., Демина А. М. Хромато-масс-спектрометрическое обнаружение микроорганизмов в анаэробных инфекционных процессах // Вестн. РАМН. 1996. Т. 13, № 2. С. 52–59.
6. Fenollar F., Roux V., Stein A. [et al.]. Analysis of 525 samples to determine the usefulness of PCR amplification and sequencing of the 16S rRNA gene for diagnosis of bone and joint infections // J. Clin. Microbiol. 2006. Vol. 44, N 3. P. 1018–1028.
7. Jantzen E., Bryn K. Whole-cell and lipopolysaccharide fatty acids and sugars of gram-negative bacteria // Chem. methods in bacterial systematics. London: Acad. Press, 1985. P. 145–172.
8. Luckey T. D. Overview of gastrointestinal microecology // Nahrung. 1987. Vol. 31, N 5/6. P. 359–364.
9. Persing D. H. Polymerase chain reaction: trenches to benches // J. Clin. Microbiol. 1991. Vol. 29, N 7. P. 1281–1285.
10. Suau A., Bonnet R., Sutren M. [et al.]. Direct analysis of genes encoding 16S rRNA from complex communities reveals many novel molecular species within the human gut // Appl. Environ. Microbiol. 1999. Vol. 65, N 11. P. 4799–4807.
11. White D. C. Validation of quantitative analysis for microbial biomass, community structure, and metabolic activity // Adv. Limnol. 1988. N 31. P. 1–18.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

## Status of intestinal microbiota in liquidators of the Chernobyl accident aftermath

Rodionov G.G., Ushal I.E., Kolobova E.A., Svetkina E.V., Pavlova E.I.

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia  
(Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2)

✉ Gennadii Georgievich Rodionov – Dr. Med. Sci. Associate Prof., Head of Research Laboratory of Toxicology and Drug Monitoring, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: rodgengeor@yandex.ru;

Inna Edvardovna Ushal – PhD Biol. Sci., Senior Research Associate, Research Laboratory of Toxicology and Drug Monitoring, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: innaushal@mail.ru;

Ekaterina Alekseevna Kolobova – chemist-expert, Research Laboratory of Toxicology and Drug Monitoring, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: ekatderyabina@mail.ru;

Ekaterina Vladimirovna Svetkina – resident doctor, Department of Clinical Laboratory Diagnostics, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: moerabo4eemilo@gmail.com;

Elena Ivanovna Pavlova – PhD Student, Department of Clinical Laboratory Diagnostics, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2) (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: lena19828@mail.ru.

**Abstract.** Results of mass spectrometry analysis of microbial markers in whole blood of 129 liquidators of the accident at the Chernobyl nuclear power plant are presented to study the wall (blood samples) and luminal (feces) intestinal microbiota. The method provides a new version of molecular microbiological study due to possible simultaneous quantitative determination of more than hundreds of microbial markers directly in biological samples without culturing the microorganisms, biochemical test materials or genetic primers. The study of blood and feces microbiota via gas chromatography-mass spectrometry of microbial markers suggests that examined liquidators of the accident at the Chernobyl nuclear power station have expressed intestinal dysbiosis: the total number of microbial markers are increased in the blood and decreased in the feces; in blood, the microbial markers of *Propionibacterium* / *Clostridium subterminale* are two-fold increased with decreased *Lactobacillus* markers, and in feces microbial markers *Eubacterium* / *Clostridium coccoides* are increased with decreased *Lactobacillus* markers; increased microbial markers of opportunistic microbiota in blood and feces). These individual profiles of microbiome served as the basis for targeted correction.

**Keywords:** emergency situation, accident, Chernobyl nuclear power station, liquidator of accident aftermath, mass spectrometry, microbial marker, microbiota, microorganism, microecological status.

### References

1. Astaf'ev O.M., Makarova N.V., Frantsuzova M.N. [et al.]. Epidemiologicheskaya kharakteristika sostoyaniya zdorov'ya likvidatorov avarii na ChAES v otdalennom periode [Epidemiological characteristics of health of the Chernobyl liquidators of the accident at the Chernobyl nuclear power station in remote period]. 25 let posle chernobylya: sostoyanie zdorov'ya, patogeneticheskie mekhanizmy. Opyt meditsinskogo soprovozhdeniya likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi atomnoi elektrostantsii [25 years after Chernobyl: health, pathogenic mechanisms. The experience of medical support of the liquidators of consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power station]. Sankt-Peterburg. 2011. Pp. 15–55. (In Russ.)

2. Batskov S.S., Starosel'skaya N.A., Pronina G.A. Diagnostika i lechenie zabolovaniy kishechnika u likvidatorov avarii na ChAES [Diagnostics and treatment of intestinal disease of the liquidators of the accident at the Chernobyl nuclear power station]. 25 let posle chernobylya: sostoyanie zdorov'ya, patogeneticheskie mekhanizmy. Opyt meditsinskogo soprovozhdeniya likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi atomnoi elektrostantsii [25 years after Chernobyl: health, pathogenic mechanisms. The experience of medical support of the liquidators of consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power station]. Sankt-Peterburg. 2011. Pp. 324–329. (In Russ.)

3. Weyant R.S., Moss W., Weaver R.E. [et al.]. Opredelitel' netrivial'nykh patogennykh gramotritsatel'nykh bakterii : transl. English. [Identification of unusual pathogenic gram-negative aerobic and facultatively anaerobic bacteria]. Moskva. 1999. 792 p. (In Russ.)

4. Mikhailova D.O., Bobyleva Z.D., Bazarnyi V.V. [et al.]. Diagnosticheskoe znachenie razlichnykh immunologicheskikh metodov laboratornoi diagnostiki legionelleza [Diagnostic role of different immunological methods for laboratory diagnostics of legionellosis]. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii* [J. of Epidemiology and Microbiology, Immunology]. 2008. N 2. Pp. 51–53. (In Russ.)

5. Osipov G.A., Demina A.M. Khromato-mass-spektrometricheskoe obnaruzhenie mikroorganizmov v anaerobnykh infektsionnykh protsessakh [Recovering of microorganisms in anaerobic infections by Gas Chromatography-Mass Spectrometry]. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Annals of the Russian Academy of Medical Sciences]. 1996. Vol. 13, N 2. Pp. 52–59. (In Russ.)

6. Fenollar F., Roux V., Stein A. [et al.]. Analysis of 525 samples to determine the usefulness of PCR amplification and sequencing of the 16S rRNA gene for diagnosis of bone and joint infections. *J. Clin. Microbiol.* 2006. Vol. 44, N 3. Pp. 1018–1028.

7. Jantzen E., Bryn K. Whole-cell and lipopolysaccharide fatty acids and sugars of gram-negative bacteria. Chem. methods in bacterial systematics. London : Acad. Press, 1985. Pp. 145–172.

8. Luckey T.D. Overview of gastrointestinal microecology. *Nahrung.* 1987. Vol. 31, N 5/6. Pp. 359–364.

9. Persing D.H. Polymerase chain reaction: trenches to benches. *J. Clin. Microbiol.* 1991. Vol. 29, N 7. Pp. 1281–1285.

10. Suau A., Bonnet R., Sutren M. [et al.]. Direct analysis of genes encoding 16S rRNA from complex communities reveals many novel molecular species within the human gut. *Appl. Environ. Microbiol.* 1999. Vol. 65, N 11. Pp. 4799–4807.

11. White D.C. Validation of quantitative analysis for microbial biomass, community structure, and metabolic activity. *Adv. Limnol.* 1988. N 31. Pp. 1–18.

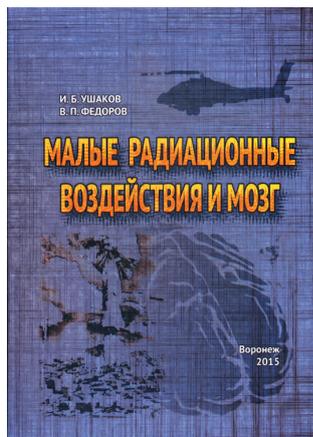
Received 01.03.2016

**For citing.** Rodionov G.G., Ushal I.E., Kolobova E.A., Svetkina E.V., Pavlova E.I. Sostoyanie mikrobioty kishechnika u likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES. *Mediko-biologicheskoe i sotsial'no-psikhologicheskoe problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2016. N 1. Pp. 56–63. (In Russ.)

Rodionov G.G., Ushal I.E., Kolobova E.A., Svetkina E.V., Pavlova E.I. Status of intestinal microbiota in liquidators of the Chernobyl accident aftermath. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2016. N 1. Pp. 56–63. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-56-63



### Вышла в свет монография



Ушаков И.Б., Федоров В.П. Малые радиационные воздействия и мозг : монография / [под ред. А.С. Штемберга]. – Воронеж : Научная книга, 2015. – 536 с.

ISBN 978-5-4446-0723-7. Ил. 251, табл. 127, библиогр. 757 названий. Тираж 1000 экз.

Представлены ретроспективный анализ состояния здоровья ликвидаторов, оценка профессионального долголетия, причин дисквалификации, качества жизни и изучение морфологических механизмов радиационных нарушений функций мозга в эксперименте на животных с последующим математическим моделированием наблюдаемых эффектов, составлением прогноза их развития и доза-временной экстраполяцией на человека. Это позволило считать, что эффекты внешних воздействий малых доз ионизирующего излучения при всех изученных режимах облучения имеют нелинейный стохастический характер, не оказывают существенного влияния на головной мозг и не являются, видимо, ведущей причиной нарушений психоневрологического статуса ликвидаторов радиационных аварий.

Издание адресовано научным работникам по радиобиологии, нейрофизиологии, радиационной неврологии, психиатрии, нейроморфологии и специалистам по радиационной гигиене и радиационной безопасности.

## АНАЛИЗ ГОРМОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСКОРЕНИЕ ТЕМПОВ СТАРЕНИЯ УЧАСТНИКОВ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС ЧЕРЕЗ 18 И 28 ЛЕТ

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова  
МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Представлены анализ клинико-лабораторных показателей нейроэндокринной системы, феномен преждевременного старения и оценка динамики андрогенного статуса у 68 мужчин – ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС в возрасте ( $48,0 \pm 1,2$ ) года, через 18 лет после аварии и у 56 ликвидаторов в возрасте ( $67,2 \pm 8,8$ ) года, через 28 лет после аварии с зафиксированной дозой облучения по карточкам учета от 20 до 125 сГр. Определение биологического возраста осуществлялось по методике Института геронтологии Академии медицинских наук СССР, которая включала клинические и инструментальные исследования. Контрольную группу составили 19 мужчин, не имевших в анамнезе контакта с радиацией и другими профессиональными вредностями. По результатам оценки биологического возраста выделены подгруппы с биологическим возрастом менее 60 лет и более 60 лет. По паспортному возрасту эти подгруппы существенно не различались. С увеличением биологического возраста и индекса преждевременного старения у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС выявлен гормональный дисбаланс (снижение концентрации тестостерона, индекса свободных андрогенов, пролактина, ДГЭАС-С, повышение уровня кортизола, нарушение механизмов отрицательной обратной связи), который характерен для физиологического старения. Через 28 лет после аварии характер этих изменений стал более выраженным.

Ключевые слова: Чернобыльская АЭС, участник ликвидации аварии, биологический возраст, преждевременное старение, гормональный статус.

### Введение

Известно, что в результате аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) на людей воздействовал комплекс неблагоприятных факторов: ионизирующее излучение, физические, психологические, социальные и другие, изолированно оценить влияние которых не всегда представляется возможным. Известно, что радиация и психический стресс, наряду с другими причинами, являются факторами риска преждевременного старения [2, 7].

При старении происходят значительные изменения в нейроэндокринной системе, тормозятся метаболические процессы, ослабевает общая иммунологическая реактивность, снижается интенсивность окислительно-восстановительных реакций. Известно, что нарушение репродуктивной функции в процессе старения влечет нарушения в адаптационной регуляции гомеостаза, в результате чего происходит повышение порога чувствительности центров гипоталамуса к действию регулирую-

щих сигналов. Поэтому основными критериями изменения биологического возраста (БВ) являются снижение адаптационных возможностей организма, нарушения в характере функционирования адаптационных регуляторных систем и развитие заболеваний, ассоциированных со старением.

Феномен преждевременного старения имеет глобальные социальные и экономические последствия, актуальным является выявление гормональных изменений, которые могут являться причиной ускорения темпов старения ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) на ЧАЭС. В связи с изложенным через 18 лет после аварии на ЧАЭС было проведено комплексное клинико-лабораторное обследование ЛПА для уточнения превышения биологического возраста над календарным, диагностики соматической патологии и выявления лабораторных критериев их преждевременного старения [3].

*Цель исследования* – на основании клинико-лабораторных данных нейроэндокринной

✉ Алхутова Наталья Александровна – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. серологических исследований и аллергодиагностики Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: nalhutova@yandex.ru;

Ковязина Надежда Алексеевна – канд. мед. наук, зав. лаб. серологических исследований и аллергодиагностики Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: nakovzn@gmail.com;

Зыбина Наталья Николаевна – д-р биол. наук проф., нач. отд. лаб. диагностики Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: zybinan@inbox.ru.

системы показать наличие феномена преждевременного старения и оценить динамику андрогенного статуса у ЛПА на ЧАЭС.

### Материал и методы

Через 18 лет после аварии на ЧАЭС обследовали 68 мужчин – ликвидаторов аварии (1-я группа) в возрасте от 34 до 62 лет, средний возраст –  $(48,0 \pm 1,2)$  года.

Контрольную группу (КГ) составили 19 мужчин в возрасте от 40 до 50 лет, средний возраст –  $(45,0 \pm 0,9)$  года, жители Санкт-Петербурга, не имевших в анамнезе контакта с радиацией и другими профессиональными вредностями.

С целью динамического наблюдения изменений андрогенного статуса через 28 лет после аварии на ЧАЭС сформировали группу из 56 мужчин ликвидаторов аварии (2-я группа) в возрасте от 51 до 88 лет, средний возраст –  $(67,2 \pm 8,8)$  года.

Все участники ЛПА проводили аварийно-спасательные работы на ЧАЭС в 1986–1987 гг. Зафиксированная доза облучения по карточкам учета доз составила от 20 до 125 сГр.

Определение биологического возраста осуществлялось по методике Института геронтологии Академии медицинских наук СССР, которая включала клинические и инструментальные исследования [5]:

$$BV = 8,425 + 0,371KB + 0,215A_{дс} - 0,1493ДВ - 0,151СБ + 0,723СОЗ,$$

где БВ – биологический возраст;  
КВ – календарный возраст;  
А<sub>дс</sub> – систолическое артериальное давление, мм рт. ст.;

ЗДВ – продолжительность задержки дыхания после глубокого вдоха, с;

СБ – продолжительность статистической балансировки, с;

СОЗ – субъективная оценка здоровья, у. е.

Календарный возраст (КВ) – это возраст по паспорту гражданина России.

Индекс преждевременного старения (ИПС) определяли по формуле:  $ИПС = (БВ/КВ) \cdot 100\%$ .

Индекс массы тела (ИМТ) оценивали по формуле: масса тела человека (кг) / рост человека ( $m^2$ ). Норма: 20–25  $kg/m^2$ .

Индекс свободных андрогенов (ИСА) %, рассчитали по формуле: отношение концентрации общего тестостерона к ГСПГ.

Материалом для исследования являлись сыворотка и плазма крови. Иммунохемилюминесцентным методом на автоматическом анализаторе «Immulite 2000» («Siemens», США)

в сыворотке крови исследовали содержание адренокортикотропного гормона (АКТГ), гормона роста (СТГ), лютеинизирующего гормона (ЛГ), пролактина, инсулина, кортизола, тестостерона, глобулина, связывающего половые гормоны (ГСПГ), эстрадиола, дегидроэпиандростерон-сульфата (ДГЭАС-С), инсулиноподобного фактора роста (ИПФР-1) (для 40–60 лет нормальные показатели – 87–238, для 60–85 лет – 64–189), гомоцистеина и С-пептида. Определение уровня 5 $\alpha$ -дигидротестостерона (5 $\alpha$ -ДГТ) проводили методом иммуноферментного анализа с помощью тест-систем «BCM Diagnostics» (США).

Внутрилабораторный контроль качества осуществляли с помощью контрольного материала Lyphochek Immunoassay Plus Control, фирма «BioRad» (США), внешний контроль качества – на основании результатов участия в международной системе внешней оценки качества EQAS, «Bio-Rad» (США).

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программ Excel-2000 и Statistica 6.0. Для статистической обработки полученных данных использовали непараметрические критерии Манна–Уитни. Для обнаружения корреляционной связи применяли непараметрические меры связи Гамма. Данные в тексте и таблицах представлены в виде  $M \pm \sigma$  ( $M$  – средняя арифметическая величина,  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение).

### Результаты и их анализ

Известно, что снижение чувствительности гипоталамических центров к уровню гонадотропинов и половых гормонов может инициироваться воздействием комплекса неблагоприятных факторов, в том числе, и факторов аварии на ЧАЭС [1, 4]. В связи с этим нами было проведено комплексное исследование гормонального статуса ЛПА на ЧАЭС через 18 лет после аварии.

Сравнительный анализ показателей гипофиз-адреналового звена эндокринной системы у ЛПА 1-й группы и КГ представлен в табл. 1.

Полученные данные свидетельствовали о наличии в 1-й группе ЛПА на ЧАЭС гормонального дисбаланса, в частности, о снижении продукции тестостерона относительно нормальных значений. По механизму отрицательной обратной связи снижение секреции тестостерона должно было сопровождаться повышением продукции гонадотропинов. Однако, по данным некоторых авторов, при динамическом обследовании (более 10 лет) ЛПА концентрации ЛГ и ФСГ были снижены только

Таблица 1

Показатели андрогенного статуса ЛПА 1-й группы

Показатель	1-я группа	КГ	p <	Норма
Общий тестостерон, нмоль/л	11,9 ± 0,5	13,6 ± 0,7		12,1–38,3
ГСПГ, нмоль/л	67,0 ± 3,0	37,5 ± 1,8	0,05	13,0–71,0
ИСА, %	17,8 ± 2,5	35,0 ± 2,5	0,05	14,8–95,0
ЛГ, МЕ/л	5,43 ± 0,64	4,00 ± 0,21		0,8–8,4
5α-ДГТ, нмоль/л	1,99 ± 0,06	1,82 ± 0,09		1,0–2,9
Эстрадиол, пмоль/л	188 ± 9	90 ± 5	0,05	Менее 205
ДГЭАС-С, мкмоль/л	3,45 ± 0,21	7,72 ± 0,97	0,05	2,2–15,2
АКТГ, пмоль/л	8,1 ± 0,5	2,9 ± 0,2	0,05	0–10,1
Кортизол, нмоль/л	484 ± 32	350 ± 38		138–690
ДГЭАС-С/кортизол, у. е.	0,71 ± 0,03	2,21 ± 0,15	0,05	Более 2,0

у 19–30% [10]. По данным других авторов, у 23% ЛПА был снижен только уровень ЛГ [9]. Н. Ф. Иваницкая (1992) отмечала существенное снижение уровня тестостерона у ЛПА по сравнению с группой контроля, при этом концентрации ЛГ и ФСГ не изменялись. В нашем исследовании также не было выявлено повышение уровня ЛГ в ответ на снижение в крови концентрации тестостерона. Полученные результаты свидетельствовали о нарушении регуляции в звене гипофиз-тестикулы и соответствовали данным клинического обследования пациентов. Так, пациенты 1-й группы чаще жаловались на ту или иную степень мочеполовых, вегетососудистых, эмоциональных и соматических расстройств, что характерно для клинической картины гипогонадизма, который часто встречается у мужчин старшей возрастной группы.

ИМТ у всех ликвидаторов составлял, в среднем, (28,5 ± 0,8) кг/м<sup>2</sup> и превышал нормальные значения. Выявленное повышение уровня эстрадиола в 1-й группе ЛПА относительно КГ (p < 0,05) свидетельствовало о более высокой скорости конверсии тестостерона в эстрогены ферментом ароматазой и могло являться причиной гипотестостеронемии. Отмечалось повышение концентрации ГСПГ в 1-й группе ЛПА по сравнению с КГ (p < 0,05). ИСА, рассчитанный по формуле в группе ЛПА, был ниже, чем в КГ (p < 0,05), что свидетельствовало о снижении биологически активной фракции свободного тестостерона.

У пациентов КГ ИМТ также превышал нормальные значения, однако снижения уровня тестостерона и повышения концентрации эстрадиола не наблюдалось. Уровень ГСПГ был ниже, чем в 1-й группе (p < 0,05), что свидетельствовало о компенсаторном снижении концентрации ГСПГ для обеспечения нормального уровня биологически активного свободного тестостерона. Концентрации

5α-дигидротестостерона (5α-ДГТ) в обеих группах были сопоставимы.

Полученные данные свидетельствовали о наличии у ЛПА на ЧАЭС гормонального дисбаланса, характерного для частичного андрогенного дефицита, который является патобиохимическим фоном, сопровождающим процесс старения.

По данным литературы, общим для старения и стресса является процесс адаптации, требующий дополнительных энергетических затрат, которые обеспечиваются за счет повышения продукции АКТГ и кортизола [7]. Средняя концентрация кортизола в обеих исследуемых группах находилась в диапазоне нормальных значений, но наблюдалась тенденция к повышению у ЛПА 1-й группы. Средний уровень АКТГ в этой группе был выше (p < 0,05) и приближался к верхней границе нормы. Аналогичные данные были получены при обследовании ЛПА через 8–10 лет после аварии [9, 10]. Известно, что концентрация ДГЭАС-С прогрессивно снижается с возрастом. В группе ЛПА наблюдали двукратное снижение уровня ДГЭАС-С относительно КГ (p < 0,05). Несмотря на то, что уровень кортизола в 1-й группе и КГ значимо не различался, у 15% ЛПА средняя концентрация кортизола превышала верхнюю границу нормы и составляла (844,0 ± 63,7) нмоль/л. Индекс ДГЭАС-С/кортизол в 1-й группе был в 3 раза ниже, чем в КГ (p < 0,05). По данным литературы, возрастное снижение индекса ДГЭАС-С/кортизол чаще обусловлено именно снижением уровня ДГЭАС-С, поскольку уровень кортизола достаточно долго остается без изменения [11].

Таким образом, полученные данные могут свидетельствовать об изменении порога чувствительности гипоталамуса к регулирующим сигналам гормонов надпочечников и/или могут быть обусловлены состоянием хронического стресса, который формирует гормональные

сдвиги, обеспечивающие адаптацию организма к факторам аварии на ЧАЭС. Данные изменения гомеостаза можно рассматривать не только в качестве фактора риска развития заболеваний, но и в качестве фактора ускорения темпов старения ЛПА на ЧАЭС. В связи с этим был проведен сравнительный анализ клинико-лабораторных показателей в зависимости от БВ и ИПС у ЛПА. С этой целью была сформирована группа из 28 ЛПА, КВ которых составлял  $(50,8 \pm 1,2)$  года. У них были определены БВ и ИПС [5]. По БВ сформировали 2 подгруппы ЛПА: у 10 ликвидаторов обнаружен БВ менее 60 лет, у 18 – более 60 лет (табл. 2).

У 18 (64%) ЛПА на ЧАЭС обнаружили превышение БВ над КВ. В зависимости от ИПС сформировали 3 подгруппы (табл. 3). У 9 пациентов выявлен ИПС менее 20% и отмечается низкая скорость старения, у 13 ЛПА при

ИПС 20–40% – умеренная, у 6 человек при ИПС более 40% – высокая.

Частота встречаемости факторов, способствующих старению и соматической патологии, у ЛПА на ЧАЭС в зависимости от ИПС достигала максимальных значений в подгруппе с ИПС более 40%. ИМТ достоверно в подгруппах не различался, но отмечалась тенденция к росту с увеличением БВ и ИПС (табл. 4).

На основании проведенного клинического обследования было установлено, что у ликвидаторов с БВ более 60 лет и ИПС более 20% обнаружены существенные нарушения углеводного обмена, дисциркуляторная энцефалопатия смешанного генеза имела место у 94% обследованных. К особенностям сердечно-сосудистых заболеваний у ЛПА можно отнести формирование патологии в относительно молодом возрасте (около 40 лет), в том числе и у тех, кто не имел серьезных нарушений липидного обмена. ГБ у ЛПА была диагностирована, в среднем, в возрасте 43,8 года, ИБС – в 45,2 года.

У мужчин при физиологическом старении происходит постепенное снижение уровня половых гормонов [6, 11]. С увеличением БВ у ЛПА также наблюдали тенденцию к одновременному снижению в крови уровня тестостерона, пролактина и повышению уровня кортизола ( $p < 0,05$ ) (табл. 5).

В подгруппах по мере увеличения ИПС обнаружено более выраженное снижение концентрации тестостерона и пролактина ( $p < 0,05$ ) и повышение уровня кортизола ( $p < 0,05$ ) (табл. 6). Уровень ЛГ в подгруппах

**Таблица 2**

Распределение у ЛПА 1-й группы в зависимости от БВ

Показатель	БВ, лет	
	менее 60	более 60
Число ЛПА	10	18
КВ, лет	$47,9 \pm 2,7$	$52,4 \pm 1,0$

**Таблица 3**

Распределение у ЛПА 1-й группы в зависимости от ИПС

Показатель	ИПС, %		
	менее 20	20–40	более 40
Число ЛПА	9	13	6
КВ, лет	$52,0 \pm 2,8$	$50,0 \pm 1,0$	$50,0 \pm 2,0$

**Таблица 4**

Частота соматической патологии у ЛПА 1-й группы в зависимости от ИПС, %

Соматическая патология	ИПС, %		
	менее 20	20–40	более 40
Ишемическая болезнь сердца (ИБС)	82	92	100
Гипертоническая болезнь (ГБ)	91	100	100
Дисциркуляторная энцефалопатия	80	100	100
Нарушения углеводного обмена	27	62	75
Нарушения липидного обмена	40	39	50
Заболевания щитовидной железы	0	59	50
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	$28,1 \pm 1,1$	$28,3 \pm 1,4$	$30,1 \pm 1,1$

**Таблица 5**

Содержание гормонов в зависимости от БВ у ЛПА 1-й группы

Показатель	БВ, лет		p <	Норма
	менее 60 лет	более 60 лет		
ЛГ, МЕ/л	$3,41 \pm 0,41$	$3,18 \pm 0,33$		0,8–7,6
Тестостерон, нмоль/л	$16,3 \pm 2,6$	$11,2 \pm 1,0$		7,0–28,0
Пролактин, мМЕ/л	$367,0 \pm 17,9$	$153,0 \pm 15,5$	0,05	53–360
Кортизол, нмоль/л	$345 \pm 36$	$536 \pm 38$	0,05	138–690
ДГЭАС-С, мкмоль/л	$4,10 \pm 0,39$	$3,12 \pm 0,23$	0,054	2,17–15,2

Таблица 6

Содержание гормонов и глюкозы у ЛПА 1-й группы в зависимости от ИПС

Показатель	ИПС, %			p
	менее 20 (1)	20–40 (2)	более 40 (3)	
ЛГ, МЕ/л	3,49 ± 0,50	3,20 ± 0,34	2,93 ± 0,33	–
Тестостерон, нмоль/л	16,2 ± 2,5	11,4 ± 1,1	9,5 ± 1,0	1/3 < 0,05
Пролактин, мМЕ/л	362,2 ± 16,1	144,9 ± 16,1	137,2 ± 28,	1/3 < 0,05
Кортизол, нмоль/л	389 ± 42	452 ± 35	685 ± 53	1/3 < 0,05
ДГЭАС-С, мкмоль/л	4,10 ± 0,39	3,21 ± 0,23	2,62 ± 0,44	1/3 < 0,05
Инсулин, мМЕ/л	8,24 ± 1,27	10,24 ± 1,56	17,80 ± 5,76	1/3 < 0,05
Глюкоза, ммоль/л	5,74 ± 0,68	5,31 ± 0,34	6,25 ± 0,42	2/3 < 0,05
СТГ, мМЕ/л	1,24 ± 0,43	0,45 ± 0,17*1	0,98 ± 0,81	1/2 < 0,05

не различался, при этом более низкой концентрации тестостерона соответствовали более низкие уровни ЛГ, что может косвенно свидетельствовать о нарушении механизма отрицательной обратной связи.

У лиц старшей возрастной группы снижение индекса ДГЭАС-С/кортизол характеризует уменьшение адаптационного резерва организма. Если при обследовании всей 1-й группы ЛПА (n = 68) индекс ДГЭАС-С/кортизол, в среднем, был равен (0,71 ± 0,03), что в 3 раза ниже, чем в ГК (2,21 ± 0,15), различия при p < 0,05, то при анализе этого показателя в подгруппах с БВ более 60 лет и ИПС более 40% наблюдается его снижение до (0,58 ± 0,06) и (0,38 ± 0,05) соответственно (p < 0,05) (см. табл. 6). Оказалось также, что с повышением ИПС у ликвидаторов наблюдается увеличение концентрации инсулина, глюкозы и уменьшение уровня СТГ (p < 0,05) (см. табл. 6).

Наиболее низкая концентрация СТГ была зарегистрирована в группе с ИПС 20–40%. Корреляционный анализ зависимости ИПС и показателей углеводного обмена (p < 0,05) выявил умеренную прямую корреляционную связь между ИПС и содержанием в крови глюкозы (γ = 0,46; p < 0,001), инсулина (γ = 0,43; p < 0,001) и обратную – с уровнем СТГ (γ = –0,34; p < 0,001). Торможение секреции СТГ и ИПФР-I вместе с вышеперечисленными гормональными нарушениями способствует

прогрессированию ожирения, дислипидемии, катаболических процессов, вторичного иммунодефицита, сопровождающих старение.

Так, наиболее высокий уровень инсулина наблюдали в группе ликвидаторов с ИПС больше 40% – (17,8 ± 5,76) мМЕ/л, чему соответствовали и более выраженные показатели глюкозы – (6,25 ± 0,42) ммоль/л. Следует отметить, что повышение уровня глюкозы выше верхней границы нормы наблюдали у большинства обследованных ЛПА. Известно, что гипергликемия при сахарном диабете и ее скрытая форма при нарушении толерантности к глюкозе является важным фактором риска развития атеросклероза и ишемической болезни сердца [8].

Таким образом, обнаруженный у ЛПА на ЧАЭС гормональный дисбаланс аналогичен тому, который формируется у мужчин пожилой и старшей возрастной групп, что свидетельствует в пользу ускорения темпов старения, основным лабораторным индикатором которого является ИСА.

Андрогенный статус 2-й группы ЛПА (через 28 лет после аварии на ЧАЭС) представлен в табл. 7. По выраженности ИСА (норма 14,8–95,0) ликвидаторов разделили на 3 подгруппы: А – с показателями ниже нормы (ИПС – менее 20%), В – с низконормальными значениями (20–30%) и С – с нормальными значениями (более 30%). Подгруппы сопоставимы по возрасту. В подгруппе А отмечено выраженное

Таблица 7

Андрогенный статуса у ЛПА на ЧАЭС 2-й группы

Показатель	ИПС, %			p
	менее 20 (А)	20–30 (В)	более 60 (С)	
Число ЛПА	7	19	30	
Возраст, лет	71,3 ± 1,89	69,1 ± 1,3	64,7 ± 1,98*1	A/C < 0,05;
ИСА, %	9,2 ± 2,97	25,4 ± 0,66	41,5 ± 1,56*1,2	A/C < 0,05; B/C < 0,05
Тестостерон, нмоль/л	3,8 ± 1,37	12,4 ± 0,95	14,6 ± 1,05*1,2	A/C < 0,05; B/C < 0,05
ГСПГ, нмоль/л	50,4 ± 6,3	49,6 ± 4,33	37 ± 2,3*1	A/C < 0,05;
ИПФР-I, нг/мл	92,4 ± 12,14	125,3 ± 10,7	125,2 ± 6,41*1	A/C < 0,05;

снижение тестостерона относительно групп В ( $p < 0,05$ ) и С ( $p < 0,05$ ). Уровень тестостерона в подгруппах В и С достоверно различался, несмотря на то, что по возрасту эти группы были сопоставимы. Таким образом, анализ полученных данных позволяет утверждать, что выявленные изменения андрогенного статуса не связаны с паспортным возрастом, а, вероятнее всего, обусловлены ускорением темпов старения.

Полученные через 28 лет после аварии на ЧАЭС данные подтверждают ранее установленный факт, что нарушение репродуктивной функции у ЛПА влечет за собой изменения в регуляторных системах, характерных для старения. Так, известно, что угасание репродуктивной функции сопровождается физиологическим снижением уровней СТГ и ИПФР-I. Действительно, в А подгруппе ЛПА с самыми низкими значениями уровней тестостерона и ИСА были выявлены близкий к нижней границе физиологической нормы уровень ИПФР-I, превышение нормальных значений С-пептида – ( $1,35 \pm 0,79$ ) нмоль/л и гомоцистеина – ( $16,27 \pm 4,24$ ) мкмоль/л относительно групп В – ( $0,93 \pm 0,39$ ) и ( $14,03 \pm 2,58$ ) мкмоль/л и С – ( $0,93 \pm 0,37$ ) и ( $14,95 \pm 5,04$ ) мкмоль/л соответственно. Снижением продукции ИПФР-I, в частности, обусловлены такие возрастные изменения, как потеря костной массы, уменьшение синтеза белка, сосудистая недостаточность, нарушения углеводного и жирового обменов, иммунодепрессия, когнитивные нарушения. Эти изменения способствуют развитию соматической патологии, свойственной ЛПА на ЧАЭС.

### Вывод

У ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС выявлено ускорение темпов старения, индикатором которого является частичный андрогенный дефицит.

С увеличением биологического возраста и индекса преждевременного старения у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС наблюдается снижение концентрации общего тестостерона и дегидроэпиандростерон-сульфата, гормона роста, пролактина и инсулиноподобного фактора роста, а также повышение уровня кортизола,

способствующих развитию соматической патологии, характерной для старения.

### Литература

1. Акмаев И.Г. Современные представления о взаимодействиях регулирующих систем: нервной, эндокринной и иммунной // Успехи физиол. наук. 1996. Т. 27, № 2. С. 3–20.
2. Александров С.Н. Проблемы радиационной геронтологии. М. : Атомиздат, 1978. 206 с.
3. Алхутова Н.А., Дрыгина Л.Б., Соколян Н.А., Гарбуз Н.А. Анализ биологического возраста и эндокринные причины преждевременного старения у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС // Клинико-лаб. консилиум. 2004. № 5. С. 14–16.
4. Ахаладзе Н.Г., Ботякова Н.В. Влияние острого и хронического воздействия ионизирующего излучения на темп старения организма человека // Актуальные проблемы ликвидации медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС: материалы респ. науч. конф. Киев, 1992. С. 15.
5. Войтенко В.П., Токарь А.В., Полухов А.М. Методика определения биологического возраста человека // Геронтология и гериатрия. Ежегодник. Биологический возраст. Наследственность и старение. Киев, 1984. С. 133–137.
6. Гончарова Н.Д., Лапин Б.А., Хавинсон В.Х. Возрастные нарушения эндокринных функций и возможные пути их коррекции // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 2002. Т. 134, № 11. С. 484–489.
7. Коваленко А.Н. Дезинтеграция систем гормональной регуляции человека при старении и радиационном воздействии : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Киев, 1996. 45 с.
8. Коваленко А.Н. Метаболический синдром Х как один из клинических исходов гормональных изменений у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (анализ проблемы) // Укр. мед. журн. 1999. № 2. С. 101–109.
9. Ляско Л.И. Состояние адаптационно-регуляторных и защитных систем организма у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1995. 35 с.
10. Сидоренко В.А. Особенности клинической картины соматической патологии, эндокринной регуляции и иммунного статуса у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленном периоде : автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1999. 19 с.
11. Montanin V., Simoni M., Chiossi G. Age-related changes in plasma dehydroepiandrosterone sulfate, cortizole, testosterone and free testosterone circadian rhythms in adult men // Hormone Res. 1988. Vol. 29. P. 1–6.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

## Analysis of hormonal changes that contribute to accelerated aging of Chernobyl accident consequences liquidators after 18 and 28 years

Alhutova N.A., Kovyazina N.A., Zybina N.N.

Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia  
(Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2)

✉ Natalya Aleksandrovna Alhutova – PhD Biol. Sci., Senior Research Associate Laboratory of serology and allergology, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: nalhutova@yandex.ru;

Nadezhda Alekseevna Kovyazina – PhD Med. Sci., Head of the Laboratory of serology and allergology, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: nakovzn@gmail.com;

Natalya Nikolaevna Zybina – Dr. Biol. Sci. Prof., Head of Clinical Laboratory Department of the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: zybina@inbox.ru.

**Abstract.** Clinical and laboratory indicators of the neuroendocrine system were analyzed along with the phenomenon of premature aging and androgen status in 68 male liquidators of the accident at the Chernobyl nuclear power plant aged ( $48.0 \pm 1.2$ ) 18 years after the accident and 56 liquidators aged ( $67.2 \pm 8.8$ ) 28 years after the accident with a fixed radiation dose from 20 to 125 cGy as per accounting cards. Biological age was defined via the method of the Institute of Gerontology, Academy of Medical Sciences of the USSR, based on clinical and instrumental examinations. The control group consisted of 19 men without history of radiation exposure and other occupational hazards. According to assessments, subgroups with the biological age of 60 years and over 60 years were identified. By passport age, these subgroups did not differ significantly. With increasing biological age and index of premature aging, hormonal imbalance (decreased testosterone, free androgen index, prolactin, DHEAS, increased cortisol, disrupted negative feedback) typical for physiologic were revealed in Chernobyl clean-up workers. In 28 years after the accident, these changes became more pronounced.

**Keywords:** Chernobyl NPP, clean-up worker, biological age, premature ageing, hormonal status.

### References

1. Akmaev I. G. Sovremennye predstavleniya o vzaimodeistviyakh reguliruyushchikh sistem: nervnoi, endokrinnoi i immunoj [Modern ideas about the interactions of regulating systems: nervous, endocrine and immune]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk* [Successes of physiological Sciences]. 1996. Vol. 27, N2. Pp. 3–20. (In Russ.)
2. Aleksandrov S. N. Problemy radiatsionnoj gerontologii [Problems of radiation gerontology]. Moskva. 1978. 206 p. (In Russ.)
3. Alhutova N.A., Drygina L.B., Sokolyan N.A., Garbuz N.A. Analiz biologicheskogo vozrasta i endokrinnye prichiny prezhdvremennogo stareniya u likvidatorov posledstvii avarii na Ch [The analysis of biological age and endocrine causes of premature aging in liquidators of the Chernobyl accident]. *Kliniko-laboratornyi konsilium* [Clinical laboratory consultation]. 2004. N5. Pp. 14–16. (In Russ.)
4. Akhaladze N. G., Botyakova N. V. Vliyanie ostrogo i khronicheskogo vozdeistviya ioniziruyushchego izlucheniya na temp stareniya organizma cheloveka [Effect of acute and chronic effects of ionizing radiation on the rate of aging of the human body]. *Aktual'nye problemy likvidatsii meditsinskikh posledstvii avarii na Chernobyl'skoi AES* [Actual problems of liquidation of medical consequences of the Chernobyl accident] : Scientific. Conf. Proceedings. Kiev. 1992. P. 15. (In Russ.)
5. Voitenko V.P., Tokar' A.V., Polyukhov A. M. Metodika opredeleniya biologicheskogo vozrasta cheloveka [The method of determining the biological age of a person]. *Gerontologiya i geriatriya. Ezhegodnik* [Gerontology and geriatrics. Yearbook]. Kiev. 1984. *Biologicheskii vozrast. Nasledstvennost' i starenie* [The biological age. Heredity and aging]. Pp. 133–137. (In Russ.)
6. Goncharova N. D., Lapin B. A., Khavinson V. Kh. Vozrastnye narusheniya endokrinnykh funktsii i vozmozhnye puti ikh korrektsii [Age-specific disorders of endocrine functions and possible ways of their correction]. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine]. 2002. Vol. 134, N11. Pp. 484–489. (In Russ.)
7. Kovalenko A. N. Dezintegratsiya sistem gormonal'noi regulyatsii cheloveka pri starenii i radiatsionnom vozdeistvii [Disintegration of systems of hormonal regulation in man during aging and radiation exposure] : Abstract dissertation Dr. Med. Sci. Kiev, 1996. 45 p. (In Russ.)
8. Kovalenko A. N. Metabolicheskii sindrom Kh kak odin iz klinicheskikh iskhodov gormonal'nykh izmenenii u likvidatorov posledstvii avarii na Chernobyl'skoi atomnoi elektrostantsii (analiz problemy) [Metabolic syndrome X as one of the clinical outcomes of hormonal changes in liquidators of the accident at the Chernobyl nuclear power plant (problem analysis)]. *Ukrainskii meditsinskii zhurnal* [Ukrainian medical journal]. 1999. N2. Pp. 101–109. (In Russ.)
9. Lyasko L. I. Sostoyanie adaptatsionno-regulyatornykh i zashchitnykh sistem organizma u uchastnikov likvidatsii posledstvii avarii na Chernobyl'skoi AES [The state of the adaptive-regulatory and protective systems of the organism of participants of liquidation of consequences of Chernobyl accident] : Abstract dissertation Dr. Biol. Sci. Moskva. 1995. 35 p. (In Russ.)
10. Sidorenko V. A. Osobennosti klinicheskoi kartiny somaticheskoi patologii, endokrinnoi regulyatsii i immunnogo statusa u uchastnikov likvidatsii posledstvii avarii na Chernobyl'skoi AES v otdalennom periode. [Clinical features of somatic pathology, endocrine regulation and immune status in liquidators of consequences of Chernobyl accident in remote period] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Sankt-Peterburg. 1999. 19 p. (In Russ.)
11. Montanin V., Simoni M., Chioffi G. Age-related changes in plasma dehydroepiandrosterone sulfate, cortizole, testosterone and free testosterone circadian rhythms in adult men. *Hormone Res.* 1988. Vol. 29. Pp. 1–6.

Received 24.02.2016

**For citing.** Alhutova N.A., Kovyazina N.A., Zybina N.N. Analiz gormonal'nykh izmenenii, vliyayushchikh na uskorenie tempov stareniya uchastnikov likvidatsii posledstvii avarii na Chernobyl'skoi AES cherez 18 i 28 let. *Mediko-biologicheskoe i sotsial'no-psikhologicheskoe problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2016. N 1. Pp. 64–70. (In Russ.)

Alhutova N.A., Kovyazina N.A., Zybina N.N. Analysis of hormonal changes that contribute to accelerated aging of Chernobyl accident consequences liquidators after 18 and 28 years. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2016. N 1. Pp. 64–70. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-64-70

## НЕЙРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ МАЛЫХ РАДИАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

<sup>1</sup> Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины  
им А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2;

<sup>2</sup> Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко  
(Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10)

Белые беспородные крысы-самцы (270 особей) в возрасте 4 мес подвергались облучению  $\gamma$ -квантами  $^{60}\text{Co}$  в дозах 10, 20, 50 и 100 сГр с мощностью дозы 0,5 Гр/ч. Фрагменты мозга забирали через 1 сут, 6, 12 и 24 мес пострадиационного периода. После стандартной гистологической обработки оценивали изменения тинкториальных свойств нейронов, их морфометрические показатели, содержание в нейронах общего белка и нуклеиновых кислот. Установлено, что к окончанию срока наблюдения уменьшалось количество нормохромных нейронов и увеличивалось количество гипер- и гипохромных клеток, а также их деструктивных форм. Нервно-клеточный индекс со временем снижался, что свидетельствует о гибели части нейронов, но без статистически значимого снижения их количества на площади. В пострадиационном периоде наблюдались фазные изменения размеров цитоплазмы, ядра и ядрышка нейронов, а также содержание в них нуклеиновых кислот (РНК в цитоплазме и ядрышках, ДНК в ядрах), которые у облученных животных носили более выраженный и не всегда однонаправленный с возрастными изменениями характер. Вследствие этого ряд показателей в отдельные сроки исследования не соответствовали таковым у контрольных животных. Это создает определенную нестабильность в структурно-функциональной организации нейронов, что может при сопутствующих неблагоприятных факторах явиться материальным субстратом для развития функциональных отклонений со стороны ЦНС.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская авария, радиация, головной мозг, нейрон.

### Введение

Анализ психоневрологического статуса специалистов, принимавших участие в ликвидации последствий радиационной аварии на ЧАЭС в 1986 г., качества их жизни и профессионального долголетия подтвердил многочисленные данные о значимой заинтересованности нервной системы в реакции организма на действие малых доз ионизирующего излучения [1, 5]. При этом остается неясной причина психоневрологических расстройств: связано это с действием радиации или является следствием психотравмирующих факторов, сопутствующих заболеваний, неблагоприятных условий труда и быта, а также возрастными изменениями [2, 7].

До сих пор структурно-функциональная перестройка нейронов головного мозга в условиях малых радиационных воздействий остается практически не изученной. Недостаточное ко-

личество морфологических работ, посвященных выявлению изменений в мозге при воздействии ионизирующего излучения в малых дозах, связано, видимо, с отсутствием выраженных психоневрологических эффектов в ранние сроки после облучения, что не стимулировало морфологов к проведению таких работ. Основное внимание было сосредоточено на летальных дозах, когда четко наблюдается доза-временной эффект [8]. В то же время, резистентность к традиционной терапии, характерная для ликвидаторов аварии на ЧАЭС, свидетельствует о возникновении органических изменений в головном мозге и невозможности в связи с этим полного функционального восстановления организма. Однако прямых доказательств исследователи не приводят, хотя необходимость этого была определена еще в первой программе, направленной на ликвидацию последствий Чернобыльской аварии [4].

Ушаков Игорь Борисович – д-р мед. наук проф., акад. Рос. акад. наук, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: ibushakov@gmail.ru;

✉ Федоров Владимир Петрович – д-р мед. наук проф., каф. норм. анатомии, Воронеж. гос. мед. ун-т им. Н. Н. Бурденко (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10); e-mail: edor.vp@mail.ru;

Гундарова Ольга Петровна – ассистент каф. норм. анатомии, Воронеж. гос. мед. ун-т им. Н. Н. Бурденко (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10);

Сгибнева Наталья Викторовна – канд. биол. наук, ассистент каф. норм. анатомии, Воронеж. гос. мед. ун-т им. Н. Н. Бурденко (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10);

Маслов Николай Владимирович – канд. мед. наук, ассистент каф. норм. анатомии, Воронеж. гос. мед. ун-т им. Н. Н. Бурденко (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10);

Федоров Николай Владимирович – канд. мед. наук, ассистент каф. психиатрии, Воронеж. гос. мед. ун-т им. Н. Н. Бурденко (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10).

Так как структурно-функциональное состояние нервной системы при ионизирующем излучении у человека в принципе не подлежит исследованию, то проследить все стадии изменений в ранние и отдаленные сроки, выявить доза-временные зависимости и наиболее критические мишени для ионизирующего излучения возможно только в экспериментах на животных. В этих условиях можно исключить влияние сопутствующих факторов (психогенные травмы, инкорпорацию радионуклидов, да и весь комплекс факторов Чернобыля) и использовать методики, неприемлемые для человека с экстраполяцией на него полученных данных.

*Цель исследования* – изучение в модели радиобиологического эксперимента нейроморфологических коррелят малых радиационных воздействий на организм.

### **Материал и методы**

В основу радиобиологического эксперимента положены данные о лучевой нагрузке у ликвидаторов аварии на ЧАЭС и состоянии их здоровья в ранние и отдаленные сроки пострадиационного периода.

Исследование выполнили на половозрелых беспородных крысах-самцах в возрасте 4 мес (к началу эксперимента), что соответствует 27–28 годам возраста ликвидаторов. Животных подвергали внешнему однократному облучению  $\gamma$ -квантами  $^{60}\text{Co}$  на установке «Хизатрон» в суммарных дозах 10, 20, 50 и 100 сГр (для человека это соответствует дозам от 5 до 50 сГр) с мощностью дозы 50 сГр/ч. Материал забирали через 1 сут, 6, 12, 18 и 24 мес пострадиационного периода, т. е. проведено исследование полной продолжительности жизни. Каждой группе соответствовал адекватный возрастной контроль.

Протокол эксперимента в разделах выбора, содержания животных и выведения их из опыта был составлен в соответствии с принципами биоэтики и правилами лабораторной практики (приказ Минздрава РФ № 267 от 19.06.2003 г. об утверждении правил лабораторной практики). Объектом исследования служили теменная (поле PAs) и лобная (поле FPa) кора, гиппокамп (поле A4), червь мозжечка, передний отдел таламуса и неостриатум. Алгоритм обработки и исследования материала представлен в монографии [9].

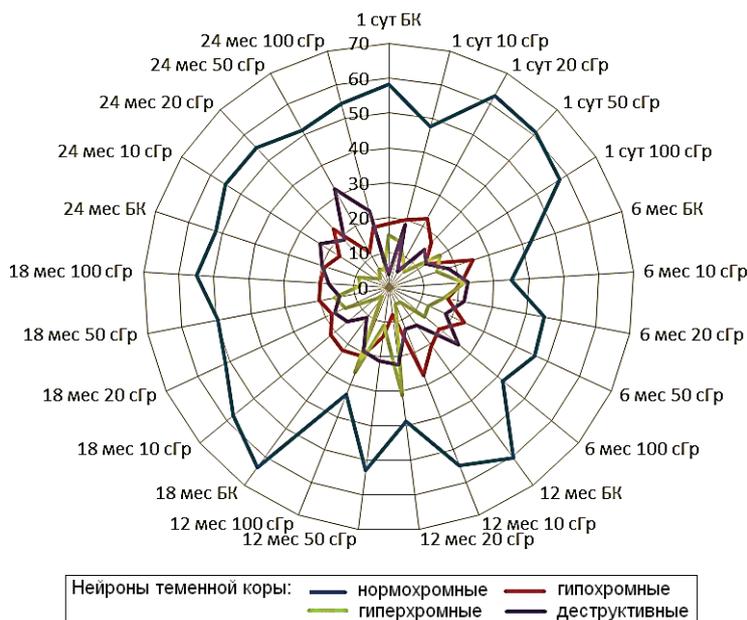
При анализе основное внимание уделяли таким радиационным мишеням, как белок и нуклеиновые кислоты. Оценивали структурно-функциональную перестройку нейронов

по морфометрическим и тинкториальным показателям. Среди нейронов подсчитывали процент клеток с функциональными и деструктивными изменениями. Определяли размеры нейронов, их цитоплазмы, ядер и ядрышек с расчетом соответствующих индексов. Оценку содержания белка и нуклеиновых кислот в нейронах определяли по величине оптической плотности конечных продуктов гистохимических реакций в видимой части спектра с помощью компьютерной программы Image J. 36b Wayne Rasband National Institutes of Health (USA).

Количество нейронов у 1 животного ( $n = 6$ ), необходимых для определения нейроморфологических показателей, определяемое методом аккумулярованных средних, составляло от 400 до 500. В итоге рассматриваемые показатели имели распределения, близкие к нормальным, так как среднее арифметическое, геометрическое и гармоническое значения незначительно отличаются друг от друга, а также с модой и медианой; минимальные и максимальные значения примерно равноудалены от среднего значения, и стандартизированные коэффициенты асимметрии и эксцесса по абсолютной величине меньше 2. При незначительном коэффициенте вариации показателей в данном случае возможно использование параметрических методов обработки результатов. Описательную статистику с вычислением средних и доверительные интервалы осуществляли с помощью пакетов программ Statistica 6.1, MS Excel 2007 и Math Cad 14 с последующим математическим моделированием нейроморфологических показателей и определением прогноза их развития.

### **Результаты и их анализ**

Во все сроки пострадиационного периода в головном мозге преобладали нормохромные нейроны. Наибольшей реактивностью как в возрастном контроле, так и при облучении отличались клетки Пуркинье мозжечка, что подтверждено и другими работами [2, 10]. Процентное соотношение нейронов, отражающее их различное функциональное состояние (нормо-, гипо-, гиперхромные, деструктивные), представлено на диаграмме (рис. 1). Видно, что через 6 мес в контроле увеличилось количество деструктивных нейронов с повышенной функциональной активностью (гипохромных). Через 12 мес количество деструктивных нейронов снижалось, и увеличилось количество нормохромных клеток.



**Рис. 1.** Соотношение различных типов нейронов коры мозжечка у контрольных и облученных животных (в % от общего количества). Здесь и на рис. 2: по часовой стрелке – время пострадиационного периода и доза облучения; БК – контрольные животные.

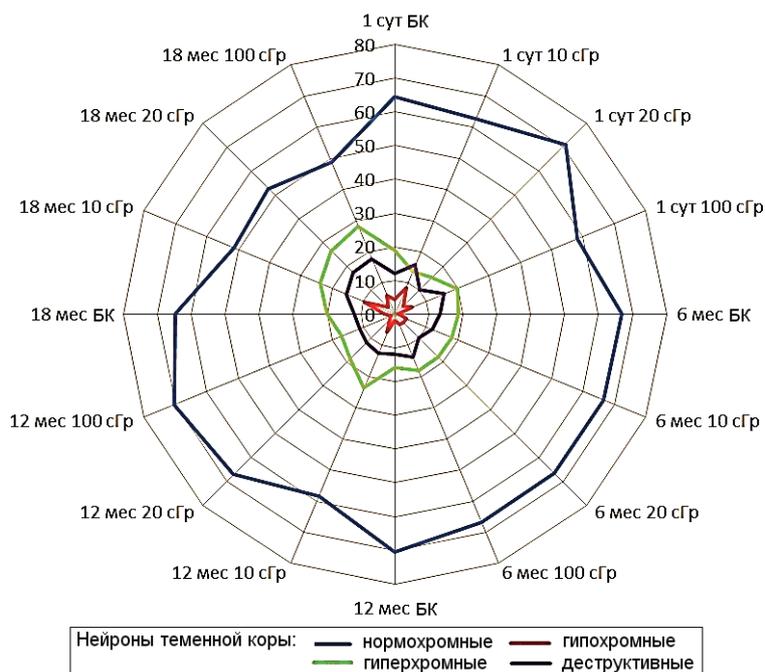
К концу эксперимента до  $(19,8 \pm 0,7)\%$  возросло количество деструктивных нейронов. Среди нейронов с функциональными изменениями преобладали клетки в состоянии повышенной функциональной активности (гипохромные). Они составляли  $(19,1 \pm 0,03)\%$ , а со сниженной функциональной активностью (гиперхромные) – всего  $(9,1 \pm 0,1)\%$ .

У облученных животных наибольший интерес представляет динамика нормохромных нейронов. Через 1 сут их количество снижалось при дозе 10 сГр, а через 6 мес – при 10 и 100 сГр за счет увеличения количества нервных клеток с деструктивными изменениями. Через 12 мес количество нормохромных нейронов с увеличением дозы радиационного воздействия снижалось, и показатель имел самое низкое значение при дозе 100 сГр. Однако при дозе 50 сГр линейность динамики показателя нарушалась. Через 18 мес количество нормохромных нейронов снижалось пропорционально дозе облучения, но при дозе 100 сГр линейность снова нарушалась. Среди измененных нейронов, как и в контроле, преобладали нейроны, находящиеся в состоянии повышенной функциональной активности. В конце пострадиационного периода количество нормохромных нервных клеток соответствовало возрастному контролю. Количество деструктивных нейронов было наибольшим при дозе 50 сГр, а при 10 и 100 сГр их количество соответствовало возрастному контролю. Близкие результаты получены

и при исследовании нейронов теменной коры. Только в конце наблюдения при всех дозах облучения количество нейронов со сниженной функциональной активностью (гиперхромные) превышало возрастную норму (рис. 2).

В целом облучение вызывает более выраженные, чем в возрастном контроле, изменения соотношений различных типов нейронов (нормо-, гипо- и гиперхромные), происходящие, как правило, в пределах функциональной нормы. В ряде случаев изменения нейронов по гипо- и гиперхромному типу значительно выражены, занимая пограничное состояние между состоянием, которое уже не является нормой, но еще и не приобретает вид истинной патологии. Однако нейроны в таком состоянии сохраняют целостность ядра, ядрышка и цитоплазмы, а возникшие изменения являются обратимыми, и при определенных условиях на их основе могут формироваться альтернативные или компенсаторно-приспособительные изменения. Наряду с этим, отмечается увеличение количества деструктивных нервных клеток, расположенных изолированно и не образующих патологических скоплений. При этом у облученных животных не установлено статистически значимого снижения количества нервных клеток на площади по сравнению с контролем.

Независимо от дозы облучения нервные клетки уже через 1 сут уменьшались в размерах, а через 6 мес не отличались от возрастного контроля (кроме 20 сГр). Через 18 и 24 мес размер



**Рис. 2.** Соотношение различных типов нейронов теменной коры у контрольных и облученных животных (в % от общего количества).

нейронов при дозах 20 и 50 сГр соответствовал контролю, а при 10 и 100 сГр показатель был ниже его ( $p < 0,05$ ). Содержание белка в нейронах через 1 сут после облучения в дозе 10 сГр не изменялось, при 20 и 50 сГр снижалось, а при 100 сГр повышалось. В последующие сроки со-

держание белка оставалось на нижнем уровне контроле, а при 20 сГр соответствовало ему. Динамика содержания белка в нейронах коры мозжечка представлена в таблице.

Площадь цитоплазмы нейронов, независимо от дозы облучения на всем пострадиа-

Содержание белка в коре мозжечка после однократного облучения в малых дозах (в экстинкциях)

Время после облучения	Доза облучения, сГр	Слой коры		
		Молекулярный	Ганглионарный	Зернистый
1 сут	Контроль	1,84 ± 0,03	1,92 ± 0,03	1,79 ± 0,05
	10	1,92 ± 0,05	2,08 ± 0,03	1,97 ± 0,02
	20	1,26 ± 0,02	1,27 ± 0,02	1,28 ± 0,02
	50	1,35 ± 0,02	1,44 ± 0,03	1,32 ± 0,03
	100	2,22 ± 0,04	2,56 ± 0,05	1,99 ± 0,09
6 мес	Контроль	1,60 ± 0,05	1,80 ± 0,06	1,70 ± 0,06
	10	1,37 ± 0,02	1,46 ± 0,01	1,40 ± 0,02
	20	1,43 ± 0,11	1,49 ± 0,06	1,47 ± 0,01
	50	1,53 ± 0,04	1,68 ± 0,07	1,51 ± 0,03
	100	1,36 ± 0,11	1,46 ± 0,02	1,40 ± 0,06
12 мес	Контроль	1,94 ± 0,05	1,97 ± 0,06	1,90 ± 0,06
	10	1,51 ± 0,02	1,73 ± 0,03	1,48 ± 0,02
	20	1,55 ± 0,03	1,98 ± 0,04	1,51 ± 0,03
	50	1,59 ± 0,04	1,79 ± 0,05	1,50 ± 0,04
	100	1,45 ± 0,02	1,67 ± 0,03	1,44 ± 0,02
18 мес	Контроль	2,44 ± 0,06	2,62 ± 0,04	2,54 ± 0,04
	10	1,41 ± 0,06	1,53 ± 0,04	1,43 ± 0,07
	20	1,26 ± 0,01	1,36 ± 0,02	1,23 ± 0,04
	50	1,28 ± 0,02	1,35 ± 0,01	1,29 ± 0,06
	100	1,96 ± 0,07	1,92 ± 0,02	2,00 ± 0,10
24 мес	Контроль	2,20 ± 0,06	1,74 ± 0,04	1,99 ± 0,09
	10	1,51 ± 0,05	1,50 ± 0,03	1,42 ± 0,06
	20	1,34 ± 0,06	1,51 ± 0,08	1,38 ± 0,06
	50	1,39 ± 0,07	1,40 ± 0,09	1,22 ± 0,07
	100	1,46 ± 0,09	1,63 ± 0,07	1,30 ± 0,07

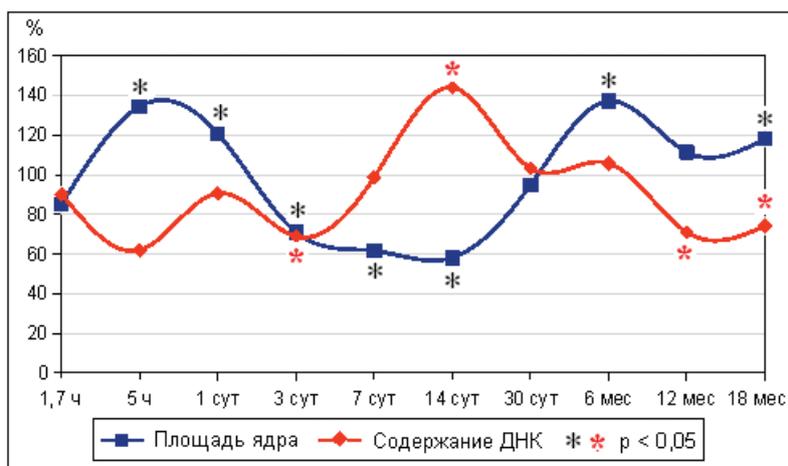
ционном периоде, была статистически значимо меньше возрастного контроля и только при 20 сГр через 24 мес соответствовала ему. Содержание цитоплазматической РНК увеличивалось через 6 мес при дозах 10 и 20 сГр, но через 12 мес снижалось. Через 18 мес содержание РНК соответствовало возрастному контролю при дозах 10 и 20 сГр, а при больших дозах превышало его.

После облучения размер ядер нейронов значимо снижался, через 24 мес превышал возрастной контроль и только при дозе 50 сГр оставался сниженным. Исключение составила группа животных, облучённых в дозе 10 сГр, где размер ядер нормализовался через 12 мес, через 18 мес снижался и повышался к концу эксперимента. Содержание ДНК в ядрах нейронов через 1 сут снижалось только при облучении в дозе 10 сГр, а через 6 мес при всех дозах облучения соответствовало возрастному контролю. Через 12 мес при 50 и 100 сГр содержание ДНК в ядрах значимо снижалось, через 18 мес при всех дозах облучения не отличалось от возрастного контроля, а к концу пострadiационного периода снижалось. Практически во всех случаях содержание ядерной ДНК нейронов зависело от кариометрических показателей (коэффициент корреляции отрицательный). Хорошо это видно на примере нейронов сенсомоторной зоны коры (рис. 3).

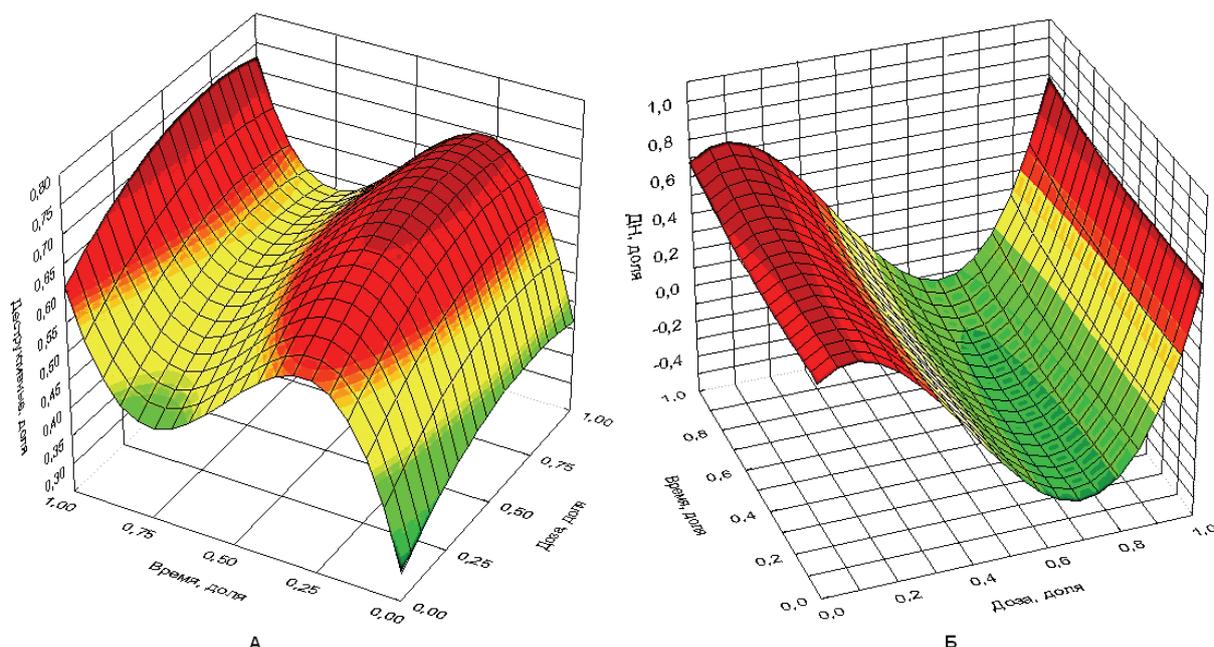
Размер ядрышек нейронов через 1 сут после облучения значимо увеличивался (кроме 10 сГр), через 6 мес уменьшался (кроме 50 сГр), а через 12 мес при 10 и 20 сГр соответствовал возрастному контролю. Через

18 мес размер ядрышек менялся не однонаправленно. При 10 и 20 сГр он соответствовал контролю, при 50 сГр превышал его, а при 100 сГр – снижался. Содержание РНК в ядрышках не изменялось после облучения в дозе 100 сГр, а при меньших дозах снижалось. Через 6 мес наблюдалось увеличение содержания РНК в ядрышках, а через 12 мес вновь снижалось, причем в большей степени при дозах 10 и 50 сГр. Через 18 мес содержание ядрышковой РНК при всех дозах облучения соответствовало возрастному контролю, а к окончанию пострadiационного периода вновь уменьшалось. При этом содержание РНК, как правило, зависело от размера ядрышек (корреляция отрицательная).

Через 1 сут после облучения ядерно-цитоплазматический индекс значимо снижался при дозе 100 сГр. Через 12 мес индекс при всех дозах облучения превышал контроль, а к концу наблюдения только при дозе 50 сГр соответствовал ему. Ядрышко-ядерный индекс увеличивался через 1 сут после облучения, через 12 мес соответствовал возрастному контролю, а к концу наблюдения изменения индекса были не однонаправлены. При 10 и 20 сГр показатель соответствовал контролю, при 50 сГр превышал его, а при 100 сГр – снижался. Такие волнообразные изменения размеров и соотношения основных структур нейронов (цитоплазмы, ядра, ядрышка) и содержания в них нуклеиновых кислот свидетельствуют о функциональном напряжении нейронов и нестабильности их структурно-функциональной организации после воздействия ионизирующего излуче-



**Рис. 3.** Динамика размера ядер нейронов V слоя сенсомоторной коры и содержания в них ДНК после однократного облучения в дозе 50 сГр с мощностью дозы 50 сГр/ч. По оси абсцисс – сроки пострadiационного периода; по оси ординат – площадь сечения ядер и содержание в них ДНК в % к контролю. \* По сравнению с контролем различия при  $p < 0,05$ .



**Рис. 4.** График зависимости ДН от дозы облучения и времени пострadiационного периода (деструктивные нейроны мозжечка – А, теменной коры – Б).

ния. Можно предполагать, что при наложении других неблагоприятных факторов изменения в нейронах будут только нарастать.

Для более объективной оценки полученных результатов нейроморфологического исследования проведено их математическое моделирование. Модель изменения показателей состояния нервных клеток в зависимости от дозы облучения и времени пострadiационного периода представляли в виде уравнения регрессии:

$$ЗП = a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_5y^2 + a_6x^3 + a_7y^3,$$

где ЗП – зависимый показатель;

x – доза облучения;

y – время после облучения;

xy, x<sup>2</sup>, y<sup>2</sup>, x<sup>3</sup>, y<sup>3</sup> – взаимные влияния параметров x, y и нелинейное влияние каждого из этих параметров.

При построении регрессионных моделей учитывались только параметры для коэффициентов с уравнением значимости p < 0,05. В результате получено семейство уравнений регрессии, визуальная оценка которых показана на примере динамики деструктивных нервных клеток (ДН) коры мозжечка и теменной доли. Из графика, выполненного методом наименьших квадратов, видно (рис. 4), что динамика ДН коры мозжечка зависит от всех рассматриваемых факторов, кроме сочетанного действия дозы и времени:

– деструктивные нейроны мозжечка (см. рис. 4, А) = 0,2988 + 0,3505x + 2,2481y – 0,2350x<sup>2</sup> – 5,3769y<sup>2</sup> + 3,4404y<sup>3</sup> (r = 0,55; R<sup>2</sup> = 0,74);

– деструктивные нейроны теменной коры (см. рис. 4, Б) = 0,5388 + 1,6997x – 10,5959 x<sup>2</sup> + 9,0057x<sup>3</sup> + 0,1395y<sup>2</sup> (r = 0,27; R<sup>2</sup> = 0,52).

Время пострadiационного периода имеет более сильное влияние на изменение ДН, чем доза облучения, так как абсолютные значения коэффициентов времени выше значений коэффициентов, находящихся при дозе. С увеличением времени количество ДН сначала повышается, затем происходит некоторое их снижение, а затем вновь увеличивается. Что касается дозы, то здесь изменение другое – с увеличением ее значения медленно повышается количество ДН на всем диапазоне рассматриваемых доз облучения.

Оказалось, что в теменной коре время мало влияет на изменение количества деструктивных нейронов в исследуемом диапазоне параметров пострadiационного периода (см. рис. 4). Доза облучения имеет более сильное влияние на изменение ДН, чем время пострadiационного периода, так как абсолютные значения коэффициентов дозы облучения выше значений коэффициентов, находящихся при времени. С увеличением дозы облучения количество ДН сначала повышается, затем происходит их снижение, а в конце диапазонов исследуемых доз вновь увеличивается.

Таким образом, анализ функций уравнений регрессии подтвердил нелинейный стохастический характер влияния однократного облучения на нейроны мозга крыс. Для показателей площади цитоплазмы нейронов,

ядерно-цитоплазматического и ядрышко-ядерного индексов, содержания общего белка и нуклеиновых кислот (ДНК, РНК), а также активности дегидрогеназ при однократном облучении математическая модель не адекватна, так как при ее построении коэффициенты регрессии были незначимыми ( $p > 0,05$ ), и уравнения регрессии не построены.

### Заключение

Проведенные исследования полной продолжительности жизни животных показали, что нервная система обладает чувствительностью к радиационному фактору. Выявленные изменения неспецифичны, протекают волнообразно и не имеют линейной дозовой или временной зависимости. При всех дозах и сроках пострадавшего периода преобладают пограничные изменения, отражающие различные варианты физиологической нормы нейронов. Такие изменения обратимы и в определенных условиях на их основе могут возникать различные формы альтернативных или адаптационных изменений. Все изменения встречаются как в контрольных, так и экспериментальных группах, отличаясь лишь процентным соотношением.

Изменения у облученных животных носили более полиморфный и не всегда однонаправленный с возрастным контролем характер. Вследствие этого ряд нейроморфологических показателей в отдельные сроки наблюдения не соответствовали таковым у животных возрастного контроля. Все это создает определенную нестабильность в структурно-функциональной организации нейронов, что в дальнейшем может явиться материальным субстратом для развития ряда функциональных отклонений со стороны ЦНС.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

### Литература

1. Алексанин С.С. Патогенетические закономерности формирования соматической патологии после радиационных аварий в отдаленном периоде // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2008. Т. 23, № 3. С. 10–13.
2. Гундарова О.П., Афанасьев Р.В., Зуев В.Г. Оценка психоневрологического статуса ликвидаторов радиационных аварий: монография. Воронеж: Науч. книга, 2012. 232 с.
3. Гуськова А.К. Радиация и мозг человека // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2001. Т. 46, № 5. С. 47–55.
4. Ильин Л.А. Реалии и мифы Чернобыля. М.: AlaraLimited, 1996. 474 с.
5. Никифоров А.М., Алексанин С.С., Чугунова Л.Н. Особенности психологического статуса и медико-психологическая реабилитация участников аварийно-восстановительных работ на ЧАЭС // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2002. Т. 47, № 5. С. 43–50.
6. Торубаров Ф.С., Зверева З.Ф. Неврологические аспекты острой лучевой болезни человека (клинические наблюдения): руководство. М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, 2009. 208 с.
7. Ушаков И.Б., Арлащенко Н.И., Солдатов С.К. Экология человека после Чернобыльской катастрофы: радиационный экологический стресс и здоровье человека: монография. М.; Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. 723 с.
8. Ушаков И.Б., Федоров В.П., Саурина О.С. Радиационные морфофункциональные эффекты мозга: монография. Воронеж: Науч. книга, 2010. 287 с.
9. Ушаков И.Б., Федоров В.П. Малые радиационные воздействия и мозг: монография. Воронеж: Науч. книга, 2015. 536 с.
10. Федоров В.П., Гундарова О.П., Сгибнева Н.В., Маслов Н.В. Радиационно-индуцированные и возрастные изменения нейронов мозжечка // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2015. Т. 60, № 4. С. 12–18.

### Neuromorphological correlates of low-dose radiation effects

**Ushakov I.B.<sup>1</sup>, Fedorov V.P.<sup>2</sup>, Gundarova O.P.<sup>2</sup>, Sgibneva N.V.<sup>2</sup>, Maslov N.V.<sup>2</sup>, Fedorov N.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2);

<sup>2</sup> Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Russia, 394036, Voronezh, Studencheskaya Str., 10)

Igor' Borisovich Ushakov – Dr. Med. Sci., Prof., Member of Russian Academy of Sciences, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: ibushakov@gmail.ru;

✉ Vladimir Petrovich Fedorov – Dr. Med. Sci., Prof., Department of Normal Anatomy, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Russia, 394036, Voronezh, Studencheskaya Str., 10); e-mail: edor.vp@mail.ru;

Ol'ga Petrovna Gundarova – teacher, Department of Normal Anatomy, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Russia, 394036, Voronezh, Studencheskaya Str., 10);

Natal'ya Viktorovna Sgibneva – PhD Biol. Sci., teacher, Department of Normal Anatomy, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Russia, 394036, Voronezh, Studencheskaya Str., 10);

Nikolai Vladimirovich Maslov – PhD Med. Sci., teacher, Department of Normal Anatomy, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Russia, 394036, Voronezh, Studencheskaya Str., 10);

Nikolai Vladimirovich Fedorov – PhD Med. Sci., teacher, Department of Normal Anatomy, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Russia, 394036, Voronezh, Studencheskaya Str., 10).

**Abstract.** White outbred male rats (270 animals) at the age of 4 months, were irradiated with gamma-rays  $^{60}\text{Co}$  at doses of 10; 20; 50 and 100 cGy with a dose rate of 0,5 Gy/h. Fragments of the brain were taken on day 1 and at months 6, 12, and 24 of post-radiation period. Following standard histological processing, tinctorial changes of neurons were assessed along with their morphometric parameters, total protein content and nucleic acids. It was found that by the end of the follow-up period the number of normochromic neurons reduced and the number of hyper- and hypochromic cells and their destructive forms increased. Nerve Cell index decreased over time, indicating the death of the neurons, but without statistically significant reduction in their number in the area. In the post-radiation period, phase changes in size of the cytoplasm, nucleus and nucleolus as well as content of nucleic acids (RNA in the cytoplasm and nucleoli, DNA in the nuclei) were observed. In irradiated animals, these were more pronounced and not always the unidirectional with age-related changes nature. This creates a certain instability in the structural and functional organization of neurons, which, with predisposing factors, may induce functional disorders of the central nervous system.

**Keywords:** emergency, Chernobyl accident, radiation, brain, neuron.

#### References

1. Aleksanin S.S. Patogeneticheskie zakonomernosti formirovaniya somaticheskoy patologii posle radiacionnyh avarij v otdalennom periode [Pathogenic Patterns of the Somatic Pathology Formation in the Remote Period after Radiation Accidents]. *Vestnik Rossijskoj voenno-meditsinskoj akademii* [Bulletin of Russian Military medical Academy]. 2008. Vol. 23, N 3. Pp. 10–13. (In Russ.)

2. Gundarova O.P., Afanas'ev R.V., Zuev V.G. Ocenka psihonevrologicheskogo statusa likvidatorov radiacionnyh avarij: monografija [Evaluation of psychoneurological status of liquidators of radiation accidents: monograph]. Voronezh. 2012. 232 p. (In Russ.)

3. Gus'kova A.K. Radiacija i mozg cheloveka. Radiation and the Human Brain]. *Medicinskaja radiologija i radiacionnaja bezopasnost'* [Medical radiology and radiation safety]. 2001. Vol. 46, N 5. Pp. 47–55. (In Russ.)

4. Il'in L.A. Realii i mify Chernobylja [The realities and myths of Chernobyl]. Moskva. 1996. 474 p. (In Russ.)

5. Nikiforov A.M., Aleksanin S.S., Chugunova L.N. Osobennosti psihologicheskogo statusa i mediko-psihologicheskaja reabilitacija uchastnikov avarijno-vosstanovitel'nyh rabot na ChAJeS [Features of psychological status and medical and psychological rehabilitation of participants of rescue and recovery operations at the Chernobyl nuclear power plant]. *Medicinskaja radiologija i radiacionnaja bezopasnost'* [Medical radiology and radiation safety]. *Medicinskaja radiologija i radiacionnaja bezopasnost'* [Medical radiology and radiation safety]. 2002. Vol. 47, N 5. Pp. 43–50. (In Russ.)

6. Torubarov F.S., Zvereva Z.F. Nevrologicheskie aspekty ostroj luchevoj bolezni cheloveka (klinicheskie nabljudenija) [Neurological aspects of acute radiation sickness of human (clinical observations)]. Moskva. 2009. 208 p. (In Russ.)

7. Ushakov I.B., Arlashhenko N.I., Soldatov S.K. Jekologija cheloveka posle Chernobyl'skoj katastrofy: radiacionnyj jekologicheskij stress i zdorov'e cheloveka [Chernobyl: Radiation Ecological Stress and Human's Psychophysiological Health]. Moskva : Voronezh. 2001. 723 p. (In Russ.)

8. Ushakov I.B., Fedorov V.P., Saurina O.S. Radiacionnye morfofunkcional'nye jeffekty mozga [Morpho-functional effects of radiation on brain: monograph]. Voronezh. 2010. 287 p. (In Russ.)

9. Ushakov I.B., Fedorov V.P. Malye radiacionnye vozdeystvija i mozg [Low-dose radiation impacts and brain: monograph]. Voronezh. 2015. 536 p. (In Russ.)

10. Fedorov V.P., Gundarova O.P., Sgibneva N.V., Maslov N.V. Radiacionno-inducirovannye i vozrastnye izmenenija neyronov mozzhechka [Radiation-induced and Age-related Changes in Cerebellar Neurons]. *Medicinskaja radiologija i radiacionnaja bezopasnost'* [Medical radiology and radiation safety]. 2015. Vol. 60, N 4. Pp. 12–18. (In Russ.)

Received 28.01.2016

**For citing.** Ushakov I.B., Fedorov V.P., Gundarova O.P., Sgibneva N.V., Maslov N.V., Fedorov N.V. Neiromorfologicheskie korrelyaty malykh radiatsionnykh vozdeystvii. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 71–78. (In Russ.)

Ushakov I.B., Fedorov V.P., Gundarova O.P., Sgibneva N.V., Maslov N.V., Fedorov N.V. Neuromorphological correlates of low-dose radiation effects. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 71–78. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-71-78

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ГЕМОСТИМУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ОРГАНИЧЕСКОЙ СОЛИ ДИСУЛЬФИДА ГЛУТАТИОНА И ИНОЗИНА В УСЛОВИЯХ ОСТРОГО РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2);

<sup>2</sup> Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

В экспериментах на мышах, подвергнутых острому внешнему воздействию гамма-излучения, изучены механизмы гемостимулирующей активности органической соли дисульфида глутатиона и инозина – фармакопейного препарата «Моликсан». Моликсан вводили мышам внутривентриально в дозе 30 мг/кг 1 раз в день в течение 10 сут после облучения. Установлено, что облучение в дозе 3,5 Гр приводило к гибели 30% мышей, а применение моликсана позволяло снизить летальность облученных животных до 10%. Показана способность моликсана ускорять постлучевое восстановление костномозгового кроветворения за счет стимуляции миелоцитарного и мегакариоцитарного роста гемопоэза, что приводит к увеличению количества лейкоцитов и тромбоцитов в периферической крови. Выявлено, что гемостимулирующая активность моликсана может быть опосредована увеличением продукции спленоцитами гемопоэтических цитокинов: интерлейкина-1, интерлейкина-2, интерлейкина-6, гранулоцитарного и гранулоцитарно-макрофагального колониестимулирующих факторов.

Ключевые слова: дисульфид глутатиона, инозин, моликсан, облучение, лечение, гемопоэз, лейкоциты, тромбоциты, цитокины.

Конец XX и начало XXI в., как это не печально звучит, стали эпохой многочисленных природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, сопровождающихся нарушением экологического баланса окружающей среды и поражением большого числа людей. Наиболее грозным вариантом чрезвычайных ситуаций являются радиационные аварии – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды [13].

Авария на Чернобыльской атомной электростанции, произошедшая 26 апреля 1986 г., стала одним из самых масштабных радиационных инцидентов, относящихся к 7-му уровню Международной шкалы ядерных событий (International Nuclear Event Scale, 2008). Ее последствия испытали на себе не менее 350 тыс. человек, участвовавших в спасательных и восстановительных работах, а также около 5 млн жителей Белоруссии, России и Украины [2]. У 134 человек развилась острая лучевая бо-

лезнь (ОЛБ), 28 из них умерли в течение первых 4 мес, несмотря на интенсивное лечение в специализированной клинике [7]. Основной причиной смерти пострадавших было угнетение костномозгового кроветворения, непосредственно связанное с высокими дозами радиации.

При ОЛБ судьба облученного организма определяется, прежде всего, глубиной и длительностью лейко- и тромбоцитопении, которые, в свою очередь, зависят от величины сохранившегося после облучения пула стволовых кроветворных клеток [6]. Именно это обстоятельство и определяет тактику лечения ОЛБ, которая базируется на проведении поддерживающей, заместительной и стимулирующей терапии – применении средств лечения инфекционных и геморрагических осложнений, а также использовании препаратов и процедур, направленных на ускорение восстановления угнетенного радиацией гемопоэза [3, 19, 25].

В настоящее время в основе патогенетической терапии лучевой гемодепрессии лежит применение цитокинов – интерлейкина-1 (ИЛ-1), ИЛ-3, гранулоцитарного (Г-КСФ) и гранулоцитарно-макрофагального (ГМ-КСФ) колониестимулирующих факторов,

Ярцева Анна Александровна – д-р мед. наук, ассистент каф. стоматологии, С.-Петерб. гос. педиатр. мед. ун-т (Россия, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2); e-mail: antu-anna@yandex.ru;

Антушевич Александр Евгеньевич – д-р мед. наук проф., ст. науч. сотр. науч.-исслед. лаб. (воен. терапии) Науч.-исслед. центра Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6);

✉ Гребенюк Александр Николаевич – д-р мед. наук проф., каф. воен. токсикологии и мед. защиты Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: grebenyuk\_an@mail.ru.

тромбопоэтина и др., регулирующих гемопоэз в условиях физиологической нормы и способствующих активации костномозгового кроветворения при радиационном воздействии [12, 14, 22]. Однако цитокины не всегда оказываются эффективными для лечения ОЛБ, при этом одним из факторов, лимитирующих их терапевтическую активность, является десенситизация соответствующих рецепторов к лигандам, в качестве которых выступают эти регуляторы гемопоэза [4, 16, 19]. Способностью восстанавливать чувствительность рецепторов кроветворных клеток к гемопоэтическим цитокинам, а также иммуностимулирующими свойствами и антимикробной активностью обладают препараты на основе дисульфида глутатиона [1, 15, 18], однако их эффективность на модели лучевой гемодепрессии до настоящего времени не изучена.

*Цель исследования* – изучить механизмы фармакологической активности органической соли дисульфида глутатиона и инозина по коррекции экспериментальной гемодепрессии в условиях острого внешнего воздействия гамма-излучения.

### Материал и методы

Экспериментальные исследования выполнили на 120 белых беспородных мышах-самцах массой 18–22 г и 60 мышах-самцах линии СВА массой 18–20 г, полученных из питомника «Рапполово» (Ленинградская обл.) и выдержанных 2 нед до начала эксперимента в карантине. Животных содержали в стандартных условиях вивария, кормление осуществляли *ad libitum* в первой половине дня. Исследования осуществили согласно требованиям нормативно-правовых документов о порядке проведения экспериментальных работ с применением животных.

В работе использовали органическую соль дисульфида глутатиона и инозина – препарат «Моликсан» производства ЗАО «Фарма ВАРМ» (действующее вещество: инозина глицил-цистеинил-глутамат динатриевая соль). Предварительно растворенный в физиологическом растворе моликсан мышам вводили внутрибрюшинно в дозе 30 мг/кг ежедневно 1 раз/сут в течение 10 сут после облучения. Животным контрольных групп (группа биологического контроля и контроля облучения – гамма-облучение в дозе 3,5 Гр без лечения) в те же сроки и в том же объеме внутрибрюшинно вводили физиологический раствор.

Фармакологические эффекты моликсана оценивали в модели гемо- и иммунодепрессии, индуцированной острым внешним гам-

ма-облучением. Облучение мышей осуществляли на исследовательской гамма-установке ИГУР-1 с источником гамма-квантов  $^{137}\text{Cs}$ . Поглощенная доза гамма-излучения на каждое животное составляла 3,5 Гр, мощность дозы 1,1 Гр/мин. Дозиметрический контроль облучения осуществляли расчетным методом.

В ходе 1-го эксперимента изучали влияние курсового применения моликсана на динамику гематологических показателей у облученных белых беспородных мышей-самцов. Наблюдение за животными осуществляли в течение 30 сут после радиационного воздействия, оценку показателей периферической крови проводили на 3-и и 10-е сутки после облучения стандартными гематологическими методами [9].

В ходе 2-го эксперимента оценивали влияние моликсана на способность лимфоцитов селезенки облученных мышей-самцов линии СВА в условиях *in vitro* синтезировать и продуцировать интерлейкин-1 (ИЛ-1), ИЛ-2, ИЛ-4, ИЛ-6, ИЛ-10, интерферон- $\alpha$  (ИНФ- $\alpha$ ), фактор некроза опухоли- $\alpha$  (ФНО- $\alpha$ ), Г-КСФ, моноцитарный (М-КСФ) и ГМ-КСФ колониестимулирующие факторы. Помимо этого, оценивали влияние препарата на клеточность периферической крови (число лейкоцитов и лимфоцитов) и костного мозга (число кариоцитов) на 10-е сутки после облучения.

После окончания 10-дневного курса применения моликсана мышей подвергали эвтаназии, извлекали у них селезенки, после чего в стерильных условиях готовили суспензию спленоцитов для оценки спонтанной продукции цитокинов лимфоцитами селезенки в условиях *in vitro*. Параллельно с этим у мышей забирали образцы крови и костного мозга для оценки их клеточности. Концентрацию цитокинов определяли по методу ELISA с использованием коммерческих наборов фирмы «Medgenix» (Бельгия) и «Endogen» (США) на анализаторе «EVOLIS TwinPlus» (BIORAD, США) и выражали в пкг/мл культуральных супернатантов.

Полученные данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики с применением пакета прикладных программ Statistica for Windows 6.0. Рассчитывали среднее значение и ошибку средней величины ( $M \pm m$ ). Статистическую значимость различий средних значений абсолютных показателей оценивали с использованием *t*-критерия Стьюдента. Ошибку средней величины частоты встречаемости признаков (в процентах) с доверительным интервалом

Таблица 1

Влияние моликсана на показатели периферической крови белых беспородных мышей-самцов, подвергнутых острому гамма-облучению в дозе 3,5 Гр ( $M \pm m$ ,  $n = 20$ )

Исследуемый показатель	Срок после облучения, сут	Биологический контроль (1)	Облучение (2)	Облучение + моликсан (3)	$p < 0,05$
Гемоглобин, г/л	3	15,2 ± 1,16	13,0 ± 1,20	12,9 ± 1,22	
	10	15,4 ± 1,11	13,8 ± 1,56	13,2 ± 1,68	
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	3	6,7 ± 0,56	6,2 ± 0,49	6,2 ± 0,53	
	10	6,5 ± 0,42	6,0 ± 0,45	6,2 ± 0,48	
СОЭ, мм/ч	3	2,5 ± 0,85	2,0 ± 0,37	3,3 ± 0,80	
	10	2,8 ± 0,90	1,8 ± 0,31	3,2 ± 0,80	
Тромбоциты, 10 <sup>9</sup> /л	3	368 ± 21,5	370 ± 35,3	387 ± 17,4	
	10	376 ± 23,2	167 ± 19,3	226 ± 10,0	1/2; 1/3; 2/3
Ретикулоциты, %	3	1,8 ± 0,2	0,1 ± 0,01	0,3 ± 0,06	1/2; 1/3; 2/3
	10	1,9 ± 0,2	1,0 ± 0,1	1,5 ± 0,2	1/2
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	3	9,2 ± 0,35	0,6 ± 0,03	1,4 ± 0,11	1/2; 1/3; 2/3
	10	9,5 ± 0,42	2,5 ± 0,15	3,4 ± 0,09	1/2; 1/3; 2/3
Палочкоядерные нейтрофилы, %	3	0,3 ± 0,1	0,0	2,5 ± 0,3	1/3; 2/3
	10	0,5 ± 0,1	0,0	2,0 ± 0,3	1/3; 2/3
Сегментоядерные нейтрофилы, %	3	16,0 ± 2,5	18,7 ± 2,4	42,0 ± 1,6	1/3; 2/3
	10	17,0 ± 3,0	32,0 ± 1,9	50,4 ± 0,6	1/2; 1/3; 2/3
Эозинофилы, %	3	2,0 ± 0,3	0,0	0,0	
	10	2,0 ± 0,4	1,7 ± 0,3	1,7 ± 0,2	
Моноциты, %	3	5,7 ± 0,5	11,6 ± 0,6	10,3 ± 0,5	1/2; 1/3
	10	5,5 ± 0,8	8,7 ± 0,4	5,3 ± 0,5	1/2
Лимфоциты, %	3	75,5 ± 1,4	71,1 ± 1,8	45,3 ± 1,6	1/3; 2/3
	10	74,5 ± 2,6	57,7 ± 1,1	41,2 ± 0,9	1/2; 1/3; 2/3

для вероятности 95% определяли с помощью таблиц В.С. Генеса, достоверность различий средних значений относительных показателей оценивали с использованием точного метода Р.А. Фишера [11]. Различия сравниваемых показателей считали статистически значимыми при уровне  $p < 0,05$ .

### Результаты и их анализ

В результате проведенных исследований установлено, что воздействие радиации приводило к существенным нарушениям гемопоэза у облученных мышей, а курсовое применение моликсана позволяло в значительной степени корригировать этот негативный эффект радиации (табл. 1, 2).

Установлено, что острое гамма-облучение мышей в дозе 3,5 Гр приводило к гибели 30% белых беспородных мышей в течение 30 сут наблюдения, а применение моликсана позволяло снизить летальность облученных животных до 10%. Судя по представленным в табл. 1 данным, одним из ведущих звеньев танатогенеза облученных мышей было нарушение миелоцитарного и мегакариоцитарного роста гемопоэза, что проявлялось в снижении количества лейкоцитов и тромбоцитов в периферической крови, вследствие чего у животных развивались инфекционные осложнения и кровотечения, приводящие их к гибели.

Моликсан проявлял гемостимулирующую активность и способствовал коррекции постлучевой миелосупрессии: на 3-и сутки после облучения у животных, получавших моликсан, количество лейкоцитов в периферической крови было более чем в 2 раза выше, чем у нелеченных мышей, а на 10-е сутки содержание лейкоцитов в опытной группе было в 1,36 раза выше, чем в контрольной группе (см. табл. 1). Следует отметить, что миелостимулирующий эффект моликсана реализовался в большей степени за счет увеличения числа гранулоцитов, в частности палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов.

Гемостимулирующая активность моликсана проявлялась и в отношении мегакариоцитарного роста гемопоэза: на 10-е сутки после облучения у мышей, получавших моликсан, количество тромбоцитов в периферической крови было в 1,35 раза выше, чем у животных контрольной группы, получавших вместо моликсана физиологический раствор (см. табл. 1).

Радиационное воздействие не вызывало существенных нарушений эритропоэза. Однако следует обратить внимание на тот факт, что применение моликсана приводило к существенному увеличению числа ретикулоцитов (см. табл. 1), что служит еще одним подтверждением гемостимулирующей активности этого препарата.

Таблица 2

Влияние моликсана на количество клеток в периферической крови, клеточность костного мозга и продукцию цитокинов спленocyтaми мышей-самцов линии СВА на 10-е сутки после острого гамма-облучения в дозе 3,5 Гр ( $M \pm m$ ,  $n = 20$ )

Показатель	Биологический контроль (1)	Облучение (2)	Облучение + моликсан (3)	$p < 0,05$
Лейкоциты крови, $10^9/л$	$11,9 \pm 1,81$	$4,7 \pm 1,25$	$10,4 \pm 1,2$	1/2; 1/3
Лимфоциты крови, $10^9/л$	$7,4 \pm 0,85$	$3,1 \pm 0,56$	$6,9 \pm 1,14$	1/2; 1/3
Кариоциты костного мозга, $10^6/л$	$53,7 \pm 8,7$	$23,8 \pm 5,0$	$62,3 \pm 4,74$	1/2; 1/3
ИЛ-1, пкг/мл	$54,2 \pm 3,71$	$10,2 \pm 1,6$	$49,7 \pm 5,24$	1/2; 1/3
ИЛ-2, пкг/мл	$76,3 \pm 6,84$	$14,6 \pm 1,3$	$74,1 \pm 7,24$	1/2; 1/3
ИЛ-4, пкг/мл	$89,5 \pm 18,92$	$113,8 \pm 14,6$	$87 \pm 17,44$	
ИЛ-6, пкг/мл	$98,1 \pm 8,73$	$19,6 \pm 1,8$	$95,7 \pm 9,44$	1/2; 1/3
ИЛ-10, пкг/мл	$86,8 \pm 17,31$	$137,8 \pm 14,9$	$84,0 \pm 8,94$	
ИНФ- $\alpha$ , пкг/мл	$126,4 \pm 11,95$	$24,8 \pm 2,26$	$118,6 \pm 12,04$	1/2; 1/3
ФНО- $\alpha$ , пкг/мл	$93,2 \pm 8,57$	$17,4 \pm 1,64$	$89,7 \pm 9,1$	1/2; 1/3
ГМ-КСФ, пкг/мл	$180,1 \pm 14,21$	$48,2 \pm 7,23$	$178,2 \pm 18,1$	1/2; 1/3
Г-КСФ, пкг/мл	$150,5 \pm 13,73$	$26,7 \pm 3,14$	$148,4 \pm 14,24$	1/2; 1/3
М-КСФ, пкг/мл	$130,3 \pm 10,36$	$34,2 \pm 2,72$	$125,7 \pm 11,40$	1/2; 1/3

Судя по данным литературы [1, 8, 23], механизм гемостимулирующего действия дисульфидов глутатиона может реализовываться не только путем снижения выраженности первичных радиационно-химических процессов в костном мозге, но и посредством индукции синтеза эндогенных гемопоэтических цитокинов, прежде всего ИЛ-1, Г-КСФ и ГМ-КСФ. Для проверки этой гипотезы были проведены исследования на мышах-самцах линии СВА, подвергнутых острому внешнему гамма-облучению в дозе 3,5 Гр (см. табл. 2).

Как видно из табл. 2, острое внешнее гамма-облучение в дозе 3,5 Гр вызывало резкое снижение клеточности костного мозга у мышей, что проявлялось также в уменьшении числа клеток в периферической крови. Так, на 10-е сутки после радиационного воздействия количество ядросодержащих клеток костного мозга (кариоцитов) снизилось до 45%, количество лейкоцитов – до 39%, а количество лимфоцитов – до 42% от уровня интактных животных (биологический контроль). Лечебное применение моликсана позволяло существенно уменьшить выраженность радиационно-индуцированной гемодепрессии и восстановить число клеток в костном мозге и периферической крови практически до нормальных (физиологических) значений.

Кроме того, радиационное воздействие приводило к нарушению способности селезенки у облученных мышей продуцировать гемопоэтические цитокины. Моликсан оказывал позитивное влияние на синтетическую функцию лимфоцитов в селезенке, что проявлялось в практически полной нормализации продукции цитокинов спленocyтaми (см. табл. 2).

Полученные в ходе проведенных исследований результаты указывают на способность моликсана стимулировать продукцию гемопоэтических цитокинов спленocyтaми, что позволяет объяснить ряд фармакологических эффектов препарата опосредованным действием этих эндогенных биорегуляторов [1, 8, 17]. Еще одной точкой приложения моликсана могут являться сульфгидрильные группы регуляторных молекул пептидной природы [10, 20]. В результате воздействия моликсана на сульфгидрильные группы происходит образование дисульфидной связи в регуляторных пептидных молекулах, что позволяет восстанавливать функционально-активную конформацию рецепторов цитокинов и, соответственно, чувствительность кроветворных клеток к воздействию этих эндогенных регуляторов гемопоэза [5, 21, 24].

### Заключение

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о способности органической соли дисульфида глутатиона и инозина – фармакопейного препарата «Моликсан» ускорять постлучевое восстановление костномозгового кроветворения за счет стимуляции миелоцитарного и мегакариоцитарного ростков гемопоэза, что приводит к увеличению количества лейкоцитов и тромбоцитов в периферической крови у облученных животных.

Гемостимулирующая активность моликсана может быть опосредована увеличением продукции спленocyтaми ряда гемопоэтических цитокинов, в частности ИЛ-1, ИЛ-2, ИЛ-6, Г-КСФ и ГМ-КСФ.

## Литература

1. Антонов В.Г., Антушевич А.Е., Бурова Е.Б., Василенко К.П. Возможный механизм модулирующего влияния препарата глутоксим на регуляторное действие цитокинов // Цитокины и воспаление. 2005. № 2. С. 75–76.
2. Балонов М.И. Последствия Чернобыля: 20 лет спустя // Радиация и риск. 2006. Т. 15, № 3/4. С. 97–119.
3. Баранов А.Е., Рождественский Л.М. Аналитический обзор схем лечения острой лучевой болезни, используемых в эксперименте и клинике // Радиационная биология. Радиоэкол. 2008. Т. 48, № 3. С. 287–302.
4. Берман А.Е., Козлова Н.И., Морозевич Г.Е. Структура и сигнальные функции интегринов (обзор) // Биохимия. 2003. Т. 68, № 12. С. 1597–1615.
5. Бурова Е.Б., Василенко К.П., Никольский Н.Н., Антонов В.Г. Окисленный глутатион вызывает активацию рецептора эпидермального фактора роста и MAP-киназ ERK-1,2 // Цитология. 2006. Т. 48, № 6. С. 500–507.
6. Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н., Легеза В.И. [и др.]. Основы медицинской радиобиологии / под ред. И.Б. Ушакова. СПб.: Фолиант, 2004. 384 с.
7. Гуськова А.К. Медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС. Основные итоги и нерешенные проблемы // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2010. Т. 55, № 3. С. 17–28.
8. Кетлинский С.А., Симбирцев А.С. Цитокины. СПб.: Фолиант, 2008. 552 с.
9. Козинец Г.И., Макарова В.А. Исследование системы крови в клинической практике. М.: Трида-Х, 1997. 480 с.
10. Кулинский В.И. Система глутатиона // Биомед. химия. 2009. Т. 55, вып. 3. С. 365–380.
11. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных: применение пакета прикладных программ Statistica. М.: Медиосфера, 2002. 312 с.
12. Рождественский Л.М. Актуальные вопросы поиска и исследования противолучевых средств // Радиационная биология. Радиоэкология. 2013. Т. 53, № 5. С. 513–520.
13. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ (ред. от 19.07.2011) «О радиационной безопасности населения» // Рос. газета. № 160 от 25.07.2011.
14. Dainiak N. Rationale and recommendations for treatment of radiation injury with cytokines // Health Phys. 2010. Vol. 98, N6. P. 838–842.
15. Diaz-Montero C.M., Wang Y., Shao L. [et al.]. The glutathione disulfide mimetic NOV-002 inhibits cyclophosphamide-induced hematopoietic and immune suppression by reducing oxidative stress // Free Radical Biology & Medicine. 2012. Vol. 52. P. 1560–1568.
16. Drouet M., Hérodin F. Radiation victim management and the haematologist in the future: time to revisit therapeutic guidelines? // Int. J. Radiat. Biol. 2010. Vol. 86. P. 636–648.
17. Filomeni G., Rotilio G., Ciriolo M.R. Cell signaling and the glutathione redox system // Biochem. Pharmacol. 2002. Vol. 64. P. 1057–1064.
18. Filomeni G., Rotilio G., Ciriolo M.R. Glutathione disulfide induces apoptosis in U937 cells by a redox-mediated p38 MAP kinase pathway // FASEB J. 2003. Vol. 17. P. 64–66.
19. Fliedner T.M., Friesecke I., Beyrer K. [et al.]. Medical management of radiation accidents: Manual on the acute radiation syndrome (METREPOL). Oxford: The British Institute of Radiology, 2001. 66 p.
20. Jordan P.A., Gibbins J.M. Extracellular disulfide exchange and the regulation of cellular function // Antioxid. Redox Signal. 2006. Vol. 8, N3/4. P. 312–324.
21. Kluczyk A., Cebrat M., Zbozien-Pacamaj R. [et al.]. On the peptide-antipeptide interactions in interleukin-1 receptor system // Acta Biochem. Pol. 2004. Vol. 51, N1. P. 57–66.
22. Koenig K.L., Goans R.E., Hatchett R.J. [et al.]. Medical treatment of radiological casualties: current concepts // Ann. Emergency Med. 2005. Vol. 45. P. 643–652.
23. Pompella A., Visvikis A., Paolicchi A. [et al.]. The changing faces of glutathione, a cellular protagonist // Biochem. Pharmacol. 2003. Vol. 66. P. 1499–1503.
24. Townsend D.M., He L., Hutchens S. [et al.]. NOV002, a glutathione disulfide mimetic, as a modulator of cellular redox balance // Cancer Res. 2008. Vol. 68. P. 2870–2877.
25. Waselenko J.K., McVittie T.J., Blakely W.F. [et al.]. Medical management of the acute radiation syndrome: recommendations of the Strategic National Stockpile Radiation Working Group // Ann. Intern. Med. 2004. Vol. 140, N12. P. 1037–1051.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

## Experimental study of glutathione disulfide organic salt and inosine hemostimulating activity mechanisms in conditions of acute radiation exposure

Yartseva A.A.<sup>1</sup>, Antushevich A.E.<sup>2</sup>, Grebenyuk A.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State Pediatric Medical University (Russia, 194100, Saint-Petersburg, Litovskaya Str., 2);

<sup>2</sup>The Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6)

Anna Aleksandrovna Yartseva – Dr. Med. Sci., Assistant of the Department of Dentistry, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University (Russia, 194100, Saint-Petersburg, Litovskaya Str., 2); e-mail: antu-anna@yandex.ru;

Aleksandr Evgenevich Antushevich – Dr. Med. Sci. Prof., Senior Researcher of the Research Laboratory of the Military Therapy, Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6);

✉ Aleksandr Nikolaevich Grebenyuk – Dr. Med. Sci. Prof., Professor of the Department of Military Toxicology and Medical Defense, Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6); e-mail: grebenyuk\_an@mail.ru.

**Abstract.** In experiments on mice exposed to acute external gamma radiation, hemostimulating activity mechanisms of glutathione disulfide organic salt and inosine – the medicament molixan – were studied. Molixan was administered intraperitoneally at a dose of 30 mg / kg 1 time a day for 10 days after irradiation. It was found that irradiation at a dose of 3.5 Gy caused the death of 30 % of the mice, and molixan reduced mortality in irradiated animals to 10 %. The ability of molixan to accelerate post-radiation recovery of bone marrow hematopoiesis by stimulating myelocytic and megakaryocytic cell lines was demonstrated, with resulting increase in the number of white blood cells and platelets in the peripheral blood. Hemostimulating activity of molixan can be mediated by increased production of hematopoietic cytokines – interleukin-1, interleukin-2, interleukin-6, granulocyte-macrophage and granulocyte colony-stimulating factors – by splenocytes

**Keywords:** glutathione disulfide, inosine, molixan, irradiation, treatment, hematopoiesis, leukocytes, platelets, cytokines.

#### References

1. Antonov V.G., Antushevich A.E., Burova E.B., Vasilenko K.P. Vozmozhnyi mekhanizm moduliruyushchego vliyaniya preparata glutoksim na regulatorynoe deistvie tsitokinov [A possible mechanism of the modulating effect of glutoxim on the regulatory action of cytokines]. *Tsitokiny i vospalenie* [Cytokines & Inflammation]. 2005. N 2. Pp. 75–76. (In Russ.)
2. Balonov M.I. Posledstviya Chernobylya: 20 let spustya [Consequences of Chernobyl: 20 years later]. *Radiatsiya i risk* [Radiation & Risk]. 2006. Vol. 15, N 3/4. Pp. 97–119. (In Russ.)
3. Baranov A.E., Rozhdestvenskii L.M. Analiticheskii obzor skhem lecheniya ostroi luchevoi bolezni, ispol'zuemykh v eksperimente i klinike [Analytical review of the treatment regimens of acute radiation sickness, used in the experiment and clinic]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2008. N 3. Pp. 287–302. (In Russ.)
4. Berman A.E., Kozlova N.I., Morozovich G.E. Struktura i signal'nye funktsii integrinov (obzor) [Structure and signaling function of integrins (review)]. *Biokhimiya* [Biochemistry]. 2003. Vol. 68. N 12. Pp. 1597–1615. (In Russ.)
5. Burova E.B., Vasilenko K.P., Nikol'skii N.N., Antonov V.G. Okislennyy glutation vyzvaet aktivatsiyu retseptora epidermal'nogo faktora rosta i MAR-kinaz ERK-1,2 [Oxidized glutathione causes activation of the epidermal growth factor receptor and MAP kinase ERK-1,2]. *Tsitologiya* [Cytology]. 2006. Vol. 48, N 6. Pp. 500–507. (In Russ.)
6. Butomo N.V., Grebenyuk A.N., Legeza V.I. [et al.]. Osnovy meditsinskoj radiobiologii [Basics of Medical Radiobiology]. Ed. by I.B. Ushakov. Sankt-Peterburg. 2004. 384 p.
7. Gus'kova A.K. Meditsinskie posledstviya avarii na Chernobyl'skoi AES. Osnovnye itogi i nereshennye problemy [Health effects of the Chernobyl accident. Main results and unsolved problems] *Meditsinskaja radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost* [Medical Radiology and Radiation Safety]. 2010. Vol. 55, N 3. Pp. 17–28.
8. Kettinskii S.A., Simbirtsev A.S. Tsitokiny [Cytokines]. Sankt-Peterburg. 2008. 552 p. (In Russ.)
9. Kozinets G.I., Makarova V.A. Issledovanie sistemy krovi v klinicheskoi praktike [Blood system analysis in clinical practice]. Moskva. 1997. 480 p. (In Russ.)
10. Kulinskii V.I. Sistema glutationa [Glutathione system]. *Biomeditsinskaya khimiya* [Biomedical Chemistry]. 2009. Vol. 55, N 3. Pp. 365–380. (In Russ.)
11. Rebrova O.Yu. Statisticheskii analiz meditsinskikh dannykh: primenenie paketa prikladnykh programm Statistica [Statistical analysis of medical data: Statistica package applications]. Moskva. 2002. 312 p. (In Russ.)
12. Rozhdestvenskii L.M. Aktual'nye voprosy poiska i issledovaniya protivoluchevykh sredstv [Actual questions of research and study of radioprotective agents]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology]. 2013. Vol. 53, N 5. Pp. 513–520. (In Russ.)
13. Federal'nyi zakon ot 09.01.1996 N 3-FZ «O radiatsionnoi bezopasnosti naseleniya» [Federal Law from 09.01.1996 number 3-FZ (ed. from 19.07.2011) «On Radiation Safety of the Population»]. *Rossiiskaya gazeta* [Russian Newspaper]. N 160, 25.07.2011. (In Russ.)
14. Dainiak N. Rationale and recommendations for treatment of radiation injury with cytokines. *Health Phys.* 2010. Vol. 98, N 6. Pp. 838–842.
15. Diaz-Montero C.M., Wang Y., Shao L. [et al.]. The glutathione disulfide mimetic NOV-002 inhibits cyclophosphamide-induced hematopoietic and immune suppression by reducing oxidative stress. *Free Radical Biology & Medicine*. 2012. Vol. 52. Pp. 1560–1568.
16. Drouet M., Hérodin F. Radiation victim management and the haematologist in the future: time to revisit therapeutic guidelines? *Int. J. Radiat. Biol.* 2010. Vol. 86. Pp. 636–648.
17. Filomeni G., Rotilio G., Ciriolo M.R. Cell signaling and the glutathione redox system. *Biochem. Pharmacol.* 2002. Vol. 64. Pp. 1057–1064.
18. Filomeni G., Rotilio G., Ciriolo M.R. Glutathione disulfide induces apoptosis in U937 cells by a redox-mediated p38 MAP kinase pathway. *FASEB J.* 2003. Vol. 17. Pp. 64–66.
19. Flidner T.M., Friesecke I., Beyrer K. [et al.]. Medical management of radiation accidents: Manual on the acute radiation syndrome (METREPOL). Oxford : The British Institute of Radiology, 2001. 66 p.
20. Jordan P.A., Gibbins J.M. Extracellular disulfide exchange and the regulation of cellular function. *Antioxid. Redox Signal.* 2006. Vol. 8, N 3/4. Pp. 312–324.
21. Kluczyk A., Cebzat M., Zbozien-Pacamaj R. [et al.]. On the peptide-antipeptide interactions in interleukin-1 receptor system. *Acta Biochem. Pol.* 2004. Vol. 51, N 1. Pp. 57–66.
22. Koenig K.L., Goans R.E., Hatchett R.J. [et al.]. Medical treatment of radiological casualties: current concepts. *Ann. Emergency Med.* 2005. Vol. 45. Pp. 643–652.
23. Pompella A., Visvikis A., Paolicchi A. [et al.]. The changing faces of glutathione, a cellular protagonist. *Biochem. Pharmacol.* 2003. Vol. 66. Pp. 1499–1503.
24. Townsend D.M., He L., Hutchens S. [et al.]. NOV002, a glutathione disulfide mimetic, as a modulator of cellular redox balance. *Cancer Res.* 2008. Vol. 68. Pp. 2870–2877.
25. Waselenko J.K., McVittie T.J., Blakely W.F. [at al.]. Medical management of the acute radiation syndrome: recommendations of the Strategic National Stockpile Radiation Working Group. *Ann. Intern. Med.* 2004. Vol. 140, N 12. Pp. 1037–1051.

Received 03.03.2016

**For citing.** Yartseva A.A., Antushevich A.E., Grebenyuk A.N. Eksperimental'noe izuchenie mekhanizmov gemostimuliruyushchei aktivnosti organicheskoi soli disulfida glutationa i inozina v usloviyakh ostrogo radiatsionnogo vozdeistviya. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 79–84. (In Russ.)

Yartseva A.A., Antushevich A.E., Grebenyuk A.N. Experimental study of glutathione disulfide organic salt and inosine hemostimulating activity mechanisms in conditions of acute radiation exposure. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 79–84. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-79-84

## МОНИТОРИНГ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЕЕ ФОРМИРОВАНИЮ

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий) (Россия, Москва, ул. Давыдовская, д. 7);

<sup>2</sup>Центральный институт повышения квалификации госкорпорации «Росатом» (Россия, г. Обнинск, Калужская обл., ул. Курчатова, д. 21)

Представлены результаты мониторинга культуры безопасности жизнедеятельности у населения на радиоактивно загрязненных и незагрязненных территориях России. Исследование проводилось в 2013–2014 гг. на территориях Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей. В контрольной выборке приняли участие жители радиоактивно незагрязненных районов перечисленных областей. Результаты мониторинга позволили оценить уровень сформированности культуры безопасности жизнедеятельности у населения радиоактивно загрязненных ( $n = 782$ ) и незагрязненных ( $n = 324$ ) территорий и уровень выраженности ее основных психологических компонентов. В статье также представлен порядок проведения мероприятий по формированию культуры безопасности жизнедеятельности у населения на радиоактивно загрязненных территориях.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, радиобиология, социальная психология, культура безопасности, радиоактивно загрязненная территория, жизнедеятельность населения.

### Введение

Глобальная по своим масштабам и последствиям авария на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), произошедшая в 1986 г., привела к появлению острой и долгосрочной проблемы психологической реабилитации населения пострадавших территорий, а также их социальной защиты.

По данным ряда авторов [1, 2, 4, 5, 7], наряду с масштабными экологическими, социально-экономическими, значительными медико-социальными последствиями, вызванными радиацией, авария на ЧАЭС отразилась на психическом здоровье населения радиоактивно загрязненных территорий (РЗТ).

Как отмечают В. Н. Абрамова, Г. М. Румянцева, И. А. Зыкова и др. [1, 5], психологический стресс сразу после аварии на ЧАЭС, а затем признание на законодательном уровне миллионов граждан, проживающих на РЗТ и принимавших участие в ликвидации последствий аварии, «жертвами» Чернобыля в 1991 г. привели к дистрессу и радиотревожности.

К настоящему времени получены многочисленные данные исследований об измене-

нии психического здоровья населения, постоянно проживающего на территориях с высоким радиационным загрязнением. В работах В. Н. Абрамовой [1], В. П. Вишневской [2], И. А. Зыковой, Г. В. Архангельской [5] отмечается повсеместное распространение в пострадавших районах разнообразных реакций невротического типа.

Последующие наблюдения (2005–2013 гг.), выполненные Т. А. Марченко, Т. Б. Мельницкой, В. Ю. Рыбниковым и А. В. Симоновым, подтвердили наличие высокого уровня психического напряжения на протяжении многих лет.

В 1990-х годах в атомной энергетике получила развитие концепция культуры безопасности, связывающая культуру безопасности с позицией, образом мыслей и поведением отдельных лиц, со стилем деятельности организаций [9]. Возникло понимание того, что данное понятие может быть применимо не только к персоналу потенциально опасных объектов, но и к населению РЗТ. Это значит, что, как и на предприятиях атомной отрасли, на РЗТ должна проводиться систематическая работа по формированию культуры безопасности жизне-

Марченко Татьяна Андреевна – д-р мед. наук проф., зам. директора Всерос. науч.-исслед. ин-та по пробл. гражд. обороны и чрезв. ситуаций МЧС России (Россия, 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7); e-mail: general1952@yandex.ru;

Мельницкая Татьяна Борисовна – д-р психол. наук проф., вед. науч. сотр. Всерос. науч.-исслед. ин-та по проблемам гражд. обороны и чрезв. ситуаций МЧС России (Россия, 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7); e-mail: melnitskaja2005@yandex.ru;

✉ Белых Татьяна Васильевна – канд. психол. наук, специалист по проф. обучению, Центральный институт повышения квалификации госкорпорации «Росатом» (Россия, г. Обнинск, Калужская обл., ул. Курчатова, д. 21); e-mail: pochta806@rambler.ru.

деятельности (КБЖ) у населения. Населению РЗТ необходимо приспособляться к жизни в условиях радиоактивного загрязнения и постараться сделать условия проживания максимально безопасными для здоровья. Для эффективного противодействия опасностям человек, проживающий на РЗТ, должен обладать необходимыми знаниями, умениями и навыками обеспечения безопасности жизнедеятельности на РЗТ, а также располагать нужной информацией. Кроме того, до индивида важно донести ценность безопасности на РЗТ в повседневной жизни, привить ему определенные качества личности, повысить уровень его мотивации, добиться с его стороны осознанного отношения к обеспечению собственной безопасности и безопасности окружающих.

Психологическая концепция КБЖ у населения РЗТ получила развитие в работах Т. А. Марченко, Т. Б. Мельницкой, В. Ю. Рыбникова, Т. В. Белых [8, 10]. Согласно разработанной концепции, КБЖ у человека, проживающего на РЗТ, рассматривается как социально-психологическая характеристика личности, отражающая отношение к вопросам обеспечения безопасной жизни и деятельности на РЗТ, включающая 4 основные компонента – информированность личности (информационный), преломленную через ее рефлексию (рефлексивный), мотивационно-ценностную сферу (мотивационно-ценностный), реализованные в поведении (поведенческий). КБЖ является составной частью общей культуры, характеризующей уровень подготовки в области безопасности жизнедеятельности и осознанную потребность в соблюдении норм и правил безопасного поведения.

В рамках данной концепции под формированием КБЖ у населения на РЗТ понимается деятельность по привитию человеку необходимых знаний, умений и навыков по защите от воздействия ионизирующего излучения, а также воспитанию внутренней осознанной потребности в соблюдении норм и правил безопасного поведения на РЗТ.

Принятие решений и действия по формированию КБЖ у населения РЗТ осуществлялись после мониторинга КБЖ на РЗТ и радиоактивно незагрязненных территориях (РНТ).

Целью мониторинга является оценка уровня сформированности КБЖ и выраженности ее основных психологических компонентов у населения РЗТ и РНТ.

### Материал и методы

Мониторинг КБЖ на РЗТ и РНТ проводили в период с 2013 по 2014 г. в Орловской, Брянской, Тульской и Калужской областях России. Всего в мониторинге приняли участие 1106 человек, проживающих на РЗТ и РНТ России (табл. 1). По возрасту население распределяли на группы в соответствии с рекомендациями ВОЗ: молодой возраст – 16–39 лет; средний возраст – 40–55 лет женщины и 40–60 лет мужчины; старший возраст – старше 55 лет женщины и старше 60 лет мужчины.

Исследование осуществляли с применением анкеты для выявления уровня сформированности КБЖ у населения [10].

Полученные данные подвергали статистической обработке с использованием пакетов прикладных программ MS Excel и «SPSS 20.0».

### Результаты и их анализ

Первый этап исследования был посвящен оценке сформированности КБЖ у различных групп населения в зависимости от зоны проживания (РЗТ и РНТ) в 2013–2014 гг. Полученные данные представлены в табл. 2.

Согласно данным, представленным в табл. 2, количество опрошенных с высоким и выше среднего уровнем сформированности культуры безопасности жизнедеятельности в 2013 г. значительно больше ( $p < 0,01$  по статистическому критерию  $\phi$  – угловому преобразованию Фишера) среди населения РЗТ (22,7%), чем среди населения РНТ (11,3%). В 2014 г. количество опрошенных с высоким и выше среднего уровнем сформированности КБЖ среди населения РЗТ (26,6%) и среди населения РНТ (25,6%) оказалось практически равным. Это связано с тем, что на территориях радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС, а также на «чистых» территориях, на протяжении многих лет ведется систематическая работа по преодолению социально-психологических последствий аварии, включающая информационно-консультационные мероприятия.

Таблица 1

Характеристики выборки исследования, n (%)

Год	Пол		Зона проживания		Возраст		
	мужской	женский	РЗТ	РНТ	молодой	средний	пожилой
2013	337 (47,7)	370 (52,3)	504 (71,3)	203 (28,7)	288 (40,7)	201 (28,4)	218 (30,9)
2014	161 (40,4)	238 (59,6)	278 (69,7)	121 (30,3)	159 (40,2)	129 (32,1)	111 (27,7)

Таблица 2

Распределение населения РЗТ и РНТ по уровням сформированности КБЖ, n (%)

Уровень сформированности КБЖ	Год наблюдения			
	2013		2014	
	РЗТ	РНТ	РЗТ	РНТ
Высокий	54 (10,7)	10 (4,9)	33 (11,9)	11 (9,1)
Выше среднего	60 (12,0)	13 (6,4)	41 (14,7)	20 (16,5)
Средний	266 (53,1)	120 (59,1)	163 (58,6)	67 (55,4)
Ниже среднего	83 (16,6)	47 (23,2)	31 (11,2)	15 (12,4)
Низкий	41 (7,6)	13 (6,4)	10 (3,6)	8 (6,6)
Итого	504 (100,0)	203 (100,0)	278 (100,0)	121 (100,0)

ятия по формированию культуры безопасности жизнедеятельности у населения.

Следующий этап работы был посвящен сравнительному анализу выраженности основных психологических компонентов КБЖ у населения РЗТ и РНТ. Данные приведены в табл. 3.

1-е ранговое место для всех опрошенных как в 2013 г., так и в 2014 г., по уровню выраженности занимает поведенческий компонент. Данный компонент в 2013 г. выражен больше у жителей РЗТ, чем у жителей РНТ ( $p < 0,05$  по U-критерию Манна–Уитни). В 2014 г. по сравнению с 2013 г. наблюдается значительное повышение этого компонента как у жителей РЗТ ( $p < 0,01$ ), так и у жителей РНТ ( $p < 0,001$ ).

В 2013 г. рефлексивный компонент значительно больше был выражен у жителей РНТ, чем у жителей РЗТ ( $p < 0,001$ ), т. е. для населения РНТ в наибольшей степени свойственны анализ, оценка и корректировка собственного поведения, они стремятся совладать с собственным эмоциональным состоянием в условиях возможного воздействия радиационного фактора. По сравнению с 2013 г. в 2014 г. у населения РЗТ выраженность данного компонента значительно повысилась ( $p < 0,001$ ), а у населения РНТ осталась практически на том же уровне.

Мотивационно-ценностный и информационный компоненты КБЖ в 2013 г. значительно в большей степени выражены у жителей РЗТ, чем у населения РНТ ( $p < 0,001$ ). По сравнению с 2013 г. в 2014 г. выраженность

информационного компонента значительно не увеличилась, а мотивационно-ценностного компонента увеличилась как у населения РЗТ ( $p < 0,05$ ), так и у населения РНТ ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что основная часть населения РЗТ как в 2013 г. (РЗТ – 53,1%, РНТ – 59,1%), так и в 2014 г. (РЗТ – 58,6%, РНТ – 55,4%) имеют средний уровень сформированности КБЖ. Около четверти опрошенных имеют высокий или выше среднего уровень (2013 г.: РЗТ – 22,7%, РНТ – 11,3%; 2014 г.: РЗТ – 26,6%, РНТ – 25,6%) и низкий или ниже среднего уровень сформированности КБЖ (2013 г.: РЗТ – 24,2%, РНТ – 29,6%; 2014 г.: РЗТ – 14,8%, РНТ – 19%).

Анализ выраженности основных психологических компонентов КБЖ в общей выборке исследования показал, что выраженность поведенческого и рефлексивного компонента значительно выше, чем мотивационно-ценностного и информационного компонентов.

Сравнительный анализ выраженности психологических компонентов КБЖ у населения в 2013–2014 гг. показал, что наблюдается положительная динамика уровня выраженности поведенческого, рефлексивного, мотивационно-ценностного компонентов, что свидетельствует об эффективности проводимых информационно-консультационных мероприятий на РЗТ и РНТ. Однако отмечается отсутствие динамики в уровне выраженности информационного компонента КБЖ на протяжении 2013–2014 гг., т. е. жители стремятся придерживаться в повседневной жизни

Таблица 3

Выраженность основных психологических компонентов КБЖ у населения, проживающего на РЗТ и РНТ, ( $M \pm m$ ) балл

Компонент КБЖ	Год наблюдения			
	2013		2014	
	РЗТ	РНТ	РЗТ	РНТ
Информационный	2,09 ± 0,07	1,59 ± 0,10	2,11 ± 0,10	1,87 ± 0,14
Мотивационно-ценностный	2,28 ± 0,07	1,30 ± 0,16	2,51 ± 0,09	1,91 ± 0,14
Поведенческий	3,19 ± 0,07	3,01 ± 0,15	3,49 ± 0,08	3,52 ± 0,12
Рефлексивный	2,45 ± 0,07	3,06 ± 0,11	3,08 ± 0,09	2,93 ± 0,15

правил безопасного поведения, анализируют и оценивают результаты такого поведения, однако, недостаточно проявляют интерес к вопросам проживания на РЗТ и имеют неполную информацию в данной области.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости проведения мероприятий по формированию КБЖ у населения на РЗТ.

*Порядок проведения мероприятий по формированию КБЖ у населения на РЗТ.* Результаты мониторинга КБЖ на РЗТ и РНТ в 2013–2014 гг. показали, что даже по прошествии нескольких десятилетий после радиационной аварии КБЖ у населения недостаточно сформирована. Это, в свою очередь, повышает уровень общей заболеваемости населения и снижает работоспособность экономически активной части населения, усиливает иждивенческие настроения. Следовательно, вопросы формирования КБЖ у населения РЗТ до сих пор являются крайне актуальными.

Важность данной темы подтверждает заинтересованность в ней государства. Так, с 2015 г. по настоящее время ведется разработка национального стандарта России «Безопасность жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях. Порядок проведения мероприятий по формированию культуры безопасности жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях. Общие требования». Национальный стандарт устанавливает общие требования к порядку проведения мероприятий по формированию КБЖ у населения на РЗТ, критериям оценки их эффективности и основным индикаторам проведенных мероприятий. Этот стандарт предусматривает выполнение комплекса мероприятий по формированию КБЖ.

Порядок проведения мероприятий по формированию КБЖ на РЗТ учитывает, что в результате проживания на РЗТ меняется социально-психологическое состояние населения, которое может иметь следующие составляющие:

- ухудшение здоровья;
- повышение психической напряженности;
- внешняя атрибуция ответственности;
- социальная дезадаптация;
- деформация традиционных семейных ценностей;
- недоверие официальным системам информации о ситуации на РЗТ.

Согласно данному стандарту, принятие решений о проведении мероприятий по формированию КБЖ на РЗТ осуществляются после мониторинга ситуации на РЗТ. На этапе пла-

нирования мероприятий должны быть определены критерии оценки их целесообразности и предполагаемой эффективности.

Работа по формированию КБЖ на РЗТ основывается на следующих принципах:

- целенаправленности, в соответствии с которой формирование КБЖ на РЗТ должно проводиться с учетом возрастных, гендерных, образовательных и профессиональных особенностей населения;

- обоснованности, в соответствии с которой в процессе формирования КБЖ на РЗТ должны использоваться только те методы и технологии, в отношении которых доказана их эффективность;

- доступности мероприятий по формированию КБЖ на РЗТ всем группам населения;

- объединения усилий государства и общества, консолидации всех ветвей власти для обеспечения КБЖ на РЗТ;

- поэтапной передачи части федеральных государственных полномочий по формированию КБЖ на уровень региональной сети организаций (специалистов), отвечающих за развитие культуры безопасности жизнедеятельности на РЗТ;

- обеспечения профессионализма специалистов, в том числе через подготовку и повышение квалификации в области формирования КБЖ на РЗТ.

Комплекс мероприятий и направлений развития инфраструктуры опирается на использование инновационных технологий формирования КБЖ на РЗТ. Мероприятия по формированию КБЖ на РЗТ проводятся по следующим направлениям:

- пропаганда и просвещение;

- изучение уровня информированности населения и динамики сформированности КБЖ на РЗТ;

- подготовка и принятие нормативно-правовых документов;

- развитие инфраструктуры;

- планирование и проведение мероприятий;

- повышение квалификации и переподготовка специалистов;

- информационное обеспечение деятельности;

- контроль результативности и эффективности комплекса мероприятий по формированию КБЖ на РЗТ.

Формирование КБЖ на РЗТ должно осуществляться на протяжении всей жизни человека с непосредственным участием семьи, образовательных, социальных и медицинских

Таблица 4

Уровни и мероприятия по формированию КБЖ у населения на РЗТ

Уровень	Мероприятие
Макросоциальный	<p>Пропаганда общенациональной идеологии безопасности жизнедеятельности на РЗТ.</p> <p>Развитие и совершенствование законодательной, нормативной и методической базы по обучению и пропаганде знаний в области КБЖ на РЗТ, в том числе государственные стандарты, образовательные программы, базисные учебные планы по тематике «Формирование культуры безопасности жизнедеятельности и социально-психологической адаптации и реабилитации населения радиоактивно загрязненных территорий».</p> <p>Создание и совершенствование структуры государственных институтов и организаций, обеспечивающих КБЖ на РЗТ.</p> <p>Создание и развитие единой информационной системы по вопросам формирования КБЖ на РЗТ на основе развития федеральных и региональных систем информационных ресурсов.</p> <p>Планирование и проведение фундаментальных научных исследований в области обеспечения КБЖ на РЗТ и внедрение полученных результатов в практику.</p> <p>Создание необходимой материальной и методической базы для обучения в области КБЖ на РЗТ.</p> <p>Определение норматива финансирования развития инфраструктуры и проведения мероприятий по формированию КБЖ на РЗТ.</p> <p>Проведение мониторинга оценки эффективности информационных мероприятий по формированию КБЖ на РЗТ</p>
Микросоциальный	<p>Пропаганда знаний в области КБЖ на РЗТ и обучение различных групп населения здоровому образу жизни в условиях проживания на РЗТ.</p> <p>Семейное воспитание (в том числе, просвещение родителей с целью распространения информации о формировании КБЖ на РЗТ).</p> <p>Обучение в образовательных организациях (проектное обучение и элективные курсы для обучающихся по программам общего образования; проведение практических и исследовательских работ в области формирования КБЖ на РЗТ в организациях дополнительного образования и в процессе летнего отдыха учащихся).</p> <p>Обучение и консультирование в организациях социального обслуживания и социально ориентированных некоммерческих организациях (социально-психологические тренинги по развитию у населения способности самостоятельно улучшать собственную жизнь; социальная технология «равный–равному», при которой молодежь передает знания, формирует установки и способствует выработке навыков среди равных себе по возрасту, социальному статусу, имеющих сходные интересы или подверженных сходным рискам).</p> <p>Развитие институтов гражданского общества и общественного воспитания в вопросах формирования КБЖ на РЗТ.</p> <p>Обеспечение доступа к необходимой информации граждан, временно пребывающих на РЗТ, и населения РЗТ (дистанционное консультирование и информирование; создание и развитие Интернет-ресурсов для распространения информации по вопросам обеспечения КБЖ на РЗТ; социальная реклама в области КБЖ на РЗТ).</p> <p>Проведение соответствующих тренировок, учений и сборов.</p> <p>Подготовка и повышение квалификации специалистов в образовательных организациях высшего и среднего профессионального образования в области формирования КБЖ на РЗТ.</p> <p>Повышение квалификации руководителей организаций и органов исполнительной власти, должностных лиц, специалистов Гражданской обороны и Российской единой системы предупреждения и ликвидации ЧС, а также региональных специалистов в области формирования КБЖ на РЗТ.</p> <p>Организация и проведение социологических исследований по оценке эффективности мероприятий по формированию КБЖ на РЗТ</p>
Индивидуальный	<p>Проведение воспитательной и просветительской работы по развитию мотивации безопасной жизнедеятельности среди всего населения РЗТ.</p> <p>Развитие у населения знаний, умений, навыков в области безопасности жизнедеятельности на РЗТ.</p> <p>Разработка и издание для разных групп населения листовок, брошюр, буклетов, плакатов, фильмов, Интернет-ресурсов и т. п. в области безопасности жизнедеятельности на РЗТ.</p> <p>Социологические исследования по оценке сформированности КБЖ на РЗТ.</p> <p>Создание общественных организаций и передача опыта осуществления успешных социальных инициатив, развитие взаимной поддержки и клубной активности населения</p>

организаций, органов государственной власти и местного самоуправления, общественных организаций. При определении порядка проведения мероприятий по формированию КБЖ на РЗТ учитывается разделение полномочий на макросоциальном, микросоциальном и индивидуальном уровнях (табл. 4).

Мероприятия по формированию КБЖ на РЗТ проводят квалифицированные кадры, прошедшие специальную подготовку и готовые осуществлять комплексную, непрерывную социально-психологическую и информационную работу с населением на индивидуальном, микросоциальном и макросоциальном уровнях

с учетом актуальных проблем безопасности жизнедеятельности, социально-психологического состояния и уровня сформированности КБЖ. Обеспечивается сетевое взаимодействие специалистов по вопросам формирования КБЖ на РЗТ.

Для оценки системы мероприятий по формированию КБЖ на РЗТ должны быть выявлены индикаторы, выполняющие функции интегральных (обобщенных) показателей. Индикаторы позволяют комплексно оценить эффективность мероприятий по формированию КБЖ на РЗТ.

Мероприятия по формированию КБЖ на РЗТ с учетом представленных требований в период с 2013 по 2014 г. были реализованы в рамках Федеральных целевых программ по преодолению негативных последствий радиационных аварий и катастроф на РЗТ.

### Выводы

1. Радиоактивное загрязнение территорий вследствие крупномасштабной аварии на Чернобыльской АЭС определило высокую значимость разработки проблем формирования культуры безопасности жизнедеятельности у проживающего на них населения.

2. Под культурой безопасности жизнедеятельности личности, проживающей на радиоактивно загрязненных территориях, понимается социально-психологическая характеристика личности, отражающая отношение к вопросам обеспечения безопасной жизни на радиоактивно загрязненных территориях, включающая 4 основных психологических компонента (информационный, мотивационно-ценностный, поведенческий и рефлексивный).

3. В отдаленном периоде после аварии на Чернобыльской АЭС большая часть респондентов имеют средний уровень сформированности культуры безопасности жизнедеятельности, у четверти опрошенных отмечается неоптимальный (ниже среднего и низкий) уровень сформированности культуры безопасности жизнедеятельности.

4. Уровень сформированности культуры безопасности жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях формируется за счет поведенческого и рефлексивного компонента. Низкая выраженность информационного компонента свидетельствует о низком уровне осведомленности об особенностях проживания на радиоактивно загрязненных территориях и незнании правил безопасности жизнедеятельности. Высокая доля населения радиоактивно за-

грязненных территорий с неоптимальным уровнем сформированности культуры безопасности жизнедеятельности свидетельствует о необходимости продолжать проведение мероприятий по ее формированию с использованием инновационных методов информирования, также с акцентом на формировании рефлексивного компонента культуры безопасности жизнедеятельности.

### Литература

1. Абрамова В.Н. Психологические последствия восприятия радиационного риска для населения и участников ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы // Наследие Чернобыля : в 4 вып. Калуга : Облиздат, 2001. Вып. 3: 15 лет спустя. С. 153–156.
2. Вишневецкая В.П. Психология образа болезни у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС с психосоматической патологией (концепция, феноменология, особенности формирования и коррекции) : автореф. дис. ... д-ра психол. наук. Минск, 2004. 29 с.
3. Воробьев Ю.Л., Пучков В.А., Дурнев Р.А. Основы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения. М. : Деловой экспресс, 2006. 316 с.
4. Гуськова А.К. Клинические и организационные аспекты ликвидации последствий аварии на ЧАЭС // Воен.-мед. журн. 1993. № 4. С. 14–20.
5. Зыкова И.А., Архангельская Г.В. Радиотревожность населения загрязненных территорий и меры по ее снижению : пособие для специалистов служб Роспотребнадзора. СПб., 2007. 24 с.
6. Мельницкая Т.Б., Белых Т.В. Уроки здоровья. Опыт распространения научно-обоснованной информации о последствиях Чернобыльской аварии среди населения радиоактивно загрязненных территорий России, Беларуси и Украины // Международный чернобыльский портал проекта ICRIN Чернобыль-ИНФО. 2012. 26 с.
7. Мельницкая Т.Б., Белых Т.В. Особенности переживания радиационного риска у разных возрастных групп населения, проживающего на радиоактивно загрязненной территории России и Беларуси, и их коррекция // Психиатрия, психотерапия и клиническая психология. 2012. № 3 (09). С. 74–84.
8. Мельницкая Т.Б., Рыбников В.Ю., Белых Т.В. Психологическая концепция культуры безопасности жизнедеятельности населения радиоактивно загрязненных территорий : монография. СПб. : Политехника-сервис, 2014. 169 с.
9. Психологическая концепция культуры безопасности в атомной энергетике. М. : ЦЭМИ РАН, 1999. 175 с.
10. Рыбников В.Ю., Марченко Т.А., Мельницкая Т.Б. [и др.]. Разработка анкеты для оценки уровня сформированности культуры безопасности жизнедеятельности населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях // Учен. записки Ун-та им. П.Ф. Лесгафта. 2013. № 11 (105). С. 142–148.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

## Monitoring of the safety culture of the population in the contaminated areas and the procedure for its formation

Marchenko T.A.<sup>1</sup>, Mel'nickaja T.B.<sup>2</sup>, Belykh T.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>All-Russian research institute on problems of Civil Defense and Emergencies of EMERCOM of Russia (Federal center of science and high technologies) (Russia, 121352, Moscow, Davydkovskaya Str., 7);

<sup>2</sup>Rosatom central institute for continuing education and training (Rosatom-CICE&T) (Russia 249031, Obninsk, Kurchatova Str., 21)

Tat'jana Andreevna Marchenko – Dr. Med. Sci. Prof., Deputy Director, All-Russian research institute on problems of Civil Defense and Emergencies of EMERCOM of Russia (Federal center of science and high technologies) (Russia, 121352, Moscow, Davydkovskaya Str., 7); e-mail: general1952@yandex.ru;

Tat'jana Borisovna Mel'nickaja – Dr. Psychol. Sci. Prof., Leading researcher, All-Russian research institute on problems of Civil Defense and Emergencies of EMERCOM of Russia (Federal center of science and high technologies) (Russia, 121352, Moscow, Davydkovskaya Str., 7); e-mail: melnitskaja2005@yandex.ru;

✉ Tat'jana Vasil'evna Belykh – PhD Psychol. Sci., vocational training specialist, Rosatom central institute for continuing education and training (Russia, 249031, Obninsk, Kurchatova Str., 21); e-mail: pochta806@rambler.ru.

**Abstract.** Results of the assessment of life safety culture in inhabitants of radioactive contaminated and clear areas of Russia are presented. Research was conducted in 2013–2014 in the Kaluga, Bryansk, Tula and Oryol regions. Residents of radioactive contaminated areas of these regions were included in the control sample. Monitoring made it possible to assess the level of life safety culture in the population of radioactive areas with (n = 782) and without (n = 324) radioactive contamination and expression of its basic psychological components. The article also presents procedure for forming public health and safety culture in the contaminated areas.

**Keywords:** emergency situation, Chernobyl Nuclear Power Plant, radiobiology, social psychology, culture of life safety, radioactive contaminated area.

### References

1. Abramova V.N. Psikhologicheskie posledstviya vospriyatiya radiatsionnogo riska dlya naseleniya i uchastnikov likvidatsii posledstviy Chernobyl'skoi katastrofy [Psychological consequences of radiation risk perception for inhabitants and liquidators]. *Nasledie Chernobyla* [Chernobyl heritage]: Scientific. Conf. Proceedings: in Issue 4. Kaluga. 2001. Issue 3. Pp. 153–156. (In Russ.)
2. Vishnevskaya V.P. Psikhologiya obraza bolezni u uchastnikov likvidatsii posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES s psikhosomaticeskoi patologiei (kontseptsiya, fenomenologiya, osobennosti formirovaniya i korrektsii) [Psychology of disease image in recovery workers of Chernobyl NPP disaster (concept, phenomenology, formation and correction)]: Abstract dissertation Dr. Psychol. Sci. Minsk. 2004. 29 p. (In Russ.)
3. Vorob'ev Yu.L., Puchkov V.A., Durnev R.A. Osnovy formirovaniya kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti naseleniya [Basics of forming life safety culture in population]. Moskva. 2006. 316 p. (In Russ.)
4. Gus'kova A.K. Klinicheskie i organizatsionnye aspekty likvidatsii posledstviy avarii na ChAES [Clinical and organizational aspects of clean-up work after Chernobyl NPP disaster]. *Voenno-meditsinskii zhurnal* [Military medical journal]. 1993. N4. Pp. 14–20. (In Russ.)
5. Zykova I.A., Arkhangel'skaya G.V. Radiotrezozhnost' naseleniya zagryaznennykh territorii i mery po ee snizheniyu [Radiation anxiety in inhabitants of contaminated areas and its prevention]. Sankt-Peterburg, 2007. 24 p. (In Russ.)
6. Mel'nitskaya T.B., Belykh T.V. Uroki zdorov'ya. Opyt rasprostraneniya nauchno-obosnovannoi informatsii o posledstviyakh Chernobyl'skoi avarii sredi naseleniya radioaktivno zagryaznennykh territorii Rossii, Belarusi i Ukrainy [Health lessons. Experience of distributing scientifically justified information on consequences of Chernobyl disaster in inhabitants of contaminated areas of Russia, Belarus and Ukraine]. *Mezhdunarodnyi chernobyl'skii portal proekta ICRIN Chernobyl'-INFO* [International Chernobyl portal of the project ICRIN Chernobyl'-INFO]. 2012. 26 p. (In Russ.)
7. Mel'nitskaya T.B., Belykh T.V. Osobennosti perezhivaniya radiatsionnogo riska u raznykh vozrastnykh grupp naseleniya, prozhivayushchego na radioaktivno zagryaznennoi territorii Rossii i Belarusi, i ikh korrektsiya [Experience of radiation risk in different age groups of inhabitants of contaminated areas in Russia and Belarus]. *Psikhiatriya, psikhoterapiya i klinicheskaya psikhologiya* [Psychiatry, psychotherapy and psychology]. 2012. N3. Pp. 74–84. (In Russ.)
8. Mel'nitskaya T.B., Rybnikov V.Yu., Belykh T.V. Psikhologicheskaya kontseptsiya kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti naseleniya radioaktivno zagryaznennykh territorii [Psychological concept of life safety culture in inhabitants of radioactive contaminated areas]. Sankt-Peterburg. 2014. 169 p. (In Russ.)
9. Psikhologicheskaya kontseptsiya kul'tury bezopasnosti v atomnoi energetike [Psychological concept of safety culture in atomic industry]. Moskva. 1999. 175 p. (In Russ.)
10. Rybnikov V. Yu., Marchenko T.A., Mel'nitskaya T.B. [et al.]. Razrabotka ankety dlya otsenki urovnya sformirovannosti kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti naseleniya, prozhivayushchego na radioaktivno zagryaznennykh territoriyakh [Development of a questionnaire to assess the level of life safety culture in inhabitants of radioactive contaminated areas]. *Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta* [Transactions of P.F. Lesgaft University]. 2013. N 11. Pp. 142–148. (In Russ.)

Received 25.01.2016

**For citing.** Marchenko T.A., Mel'nickaja T.B., Belykh T.V. Monitoring kul'tury bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti naseleniya na radioaktivno zagryaznennykh territoriyakh i poryadok provedeniya meropriyatii po ee formirovaniyu. *Mediko-biologicheskoe i sotsial'no-psikhologicheskoe problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 85–91. (In Russ.)

Marchenko T.A., Mel'nickaja T.B., Belykh T.V. Monitoring of the safety culture of the population in the contaminated areas and the procedure for its formation. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 85–91. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-85-91

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОВНЯ СУБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ СО СТРЕСС-ПРЕОДОЛЕВАЮЩИМ ПОВЕДЕНИЕМ СОТРУДНИКОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ АДАПТИРОВАННОСТИ**

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России,  
(Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149)

Анализируются результаты исследования уровня субъективного контроля, его взаимосвязь со стресс-преодолевающим поведением сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России с различным уровнем адаптированности (высокий, средний, низкий). Определяются критерии распределения сотрудников по различным группам адаптированности. Проводится сравнительный анализ показателей стратегий стресс-преодолевающего поведения и интернальности в группах сотрудников с высоким, средним и низким уровнем адаптированности. По результатам исследования установлены взаимосвязи уровня адаптированности сотрудников с уровнем субъективного контроля и ведущими стратегиями стресс-преодолевающего поведения.

Ключевые слова: безопасность в чрезвычайных ситуациях, пожарный, спасатель, МЧС России, психология труда, копинг, адаптированность, интернальность, уровень субъективного контроля.

### **Введение**

В теоретических исследованиях эмоционального стресса важное значение придается контролю человека над средой. В работах С. Фолькмана и Р. Лазаруса было определено, что связи между личностным контролем, стрессом, его преодолением и вариантами адаптации весьма тесны и комплексны [3, 9, 10]. Личностный контроль изменяет личностно-средовое взаимодействие и, таким образом, влияет на процессы преодоления стресса.

В ответ на воздействие стрессовой ситуации поведение сотрудников Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России может быть адаптивным (т.е. адекватным ситуации и нацеленным на разрешение проблем, вызванных ситуацией), псевдоадаптивным (имитирующим деятельность, но не достигающим цели или только частично достигающим), дезадаптивным (уклоняющимся от разрешения проблемы). Принципиальная схема реагирования на стрессор в стресс-преодолевающем поведении включает в себя когнитивные оценки (первичные и вторичные), а также эмоционально-оценочные реакции [5].

По мнению И.Б. Лебедева [4], первичная оценка стрессора приписывает ему сначала определенный знак, т.е. стрессор (событие) оценивается либо как позитивное (благоприятное), либо негативное (вредоносное, опасное и т.п.), а также как нейтральное. Затем, ис-

ходя из первичной когнитивной оценки события, происходит неосознаваемое включение эмоционально-оценочных реакций, которые подконтрольны когнитивной оценке. После эмоциональной оценки формируется определенное управляемое психическое состояние (в условиях которого протекает ответное поведение). На следующем этапе реагирования на стрессор включается вторичная когнитивная оценка, которая по механизму организации обратной связи либо одобряет первичную оценку и деятельность на его основе (при этом возможна некоторая корректировка психического состояния и поведения), либо, если деятельность и психическое состояние оцениваются как неправильные, выполняет функции психологической защиты. Детальный анализ публикаций по проблеме стресс-преодолевающего поведения выполнен в рамках медицинской психологии и обобщен в работах В.И. Евдокимова, Ю.П. Зинченко и В.Ю. Рыбникова [1, 2, 8].

В.Ю. Рыбниковым и Е.Н. Ашаниной [7] показано, что стрессовая ситуация приводит к напряжению и даже разрыву связей (частичному или полному) в системе единства сознания и деятельности. При этом, чем сильнее стрессовое напряжение, тем в меньшей мере сознание регулирует поведение и деятельность в целом. Это определяет адаптивный или дезадаптивный тип поведения сотрудника ГПС МЧС России в ситуациях повседневной

✉ Бобрищев Алексей Александрович – д-р психол. наук, проф. каф. физич. подготовки, С.-Петерб. ун-та Гос. противопожар. службы МЧС России (Россия, 196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149); e-mail: 0719692010@mail.ru.

служебной деятельности и особенно в ситуациях экстремальной служебной деятельности. Исходя из изложенного, представляется весьма актуальным исследование влияния на уровень адаптированности особенностей стресс-преодолевающего поведения и уровня субъективного контроля сотрудников ГПС МЧС России.

### Материал и методы

Оценили уровень адаптированности и выраженность индивидуальных особенностей субъективного контроля над средой у 269 сотрудников ГПС МЧС России в возрасте от 21 до 25 лет со стажем работы в МЧС от 0,5 до 3 лет. Обследование сотрудников ГПС МЧС России провели совместно с Б.М. Лопухиным [5].

Оценку индивидуальных особенностей субъективного контроля осуществили при помощи опросника, УСК (уровень субъективного контроля), разработанного на основе шкалы локуса контроля Дж. Роттера Е. Ф. Бажиным и соавт. (1984) [6]. Использовали также метод экспертной оценки для выявления уровня адаптированности сотрудников ГПС МЧС России, а также опросник SACS «Стратегии преодоления стрессовых ситуаций» (Хобфолл С., 1994) [6].

Математическую обработку результатов исследования провели с использованием типовых программ Microsoft Excel 2010 для Windows. Для сходства (различий) показателей в группах применили t-критерий Стьюдента.

### Результаты и их анализ

По результатам анализа дисциплинарной практики, статистики заболеваемости, экспертных оценок среди обследованных сотрудников ГПС МЧС России были выделены 3 группы. В качестве квалифицированных экспертов выступали руководители (заместители руководителей) отделов, подразделений ГПС МЧС России. Сформировали следующие группы:

1-я (n = 37, или 13,7%) – высокий уровень адаптированности – сотрудники, отмеченные экспертами как успешные в профессиональной деятельности и межличностном взаимодействии в служебном коллективе;

2-я (n = 203, или 75,5%) – со средним уровнем адаптированности – сотрудники, отмеченные экспертами как, в целом, успешные, но имеющие отдельные и устраняемые со временем нарекания в служебной деятельно-

сти и межличностном взаимодействии в служебном коллективе;

3-я (n = 29, или 10,8%) – с низким уровнем адаптированности – сотрудники, имеющие неснятые взыскания и отмеченные экспертами как недостаточно успешные в профессии, имеющие проблемы (конфликты) в служебном коллективе.

Оценка распределения сотрудников ГПС МЧС России по уровню адаптированности показала, что основная часть сотрудников (89%) имеют высокий и средний уровень адаптированности к действиям в экстремальной ситуации.

Первоначально изучили стратегии стресс-преодолевающего поведения в 3 выделенных группах сотрудников ГПС МЧС России (с высоким, средним и низким уровнем адаптированности).

Стратегическое направление преодолевающего поведения в содержательном плане должно описываться посредством, как минимум, трех координат: ось просоциальной–асоциальной стратегии, ось активности–пассивности, ось прямое–непрямое (манипулятивное) поведение. В зависимости от степени конструктивности, стратегии и модели поведения могут способствовать или препятствовать успешности преодоления стрессов и адаптации к условиям профессиональной деятельности.

Результаты сравнения полученных показателей стратегий стресс-преодолевающего поведения с использованием опросника SACS в выделенных группах приведены в табл. 1. В 1-й группе сотрудников выявлено использование в основном активных стратегий стресс-преодолевающего поведения («ассертивные действия», «вступление в социальный контакт», «поиск социальной поддержки»), указывающих на их адаптивное поведение (см. табл. 1).

Во 2-й и 3-й группах сотрудников были получены близкие по своим значениям результаты – частое использование стратегий стресс-преодолевающего поведения («осторожные действия», «поиск социальной поддержки», «непрямые действия», «асоциальные действия» и «избегание»), что указывает на использование ими пассивного и дезадаптивного типов стресс-преодолевающего поведения. Достоверные различия у сотрудников 2-й и 3-й группы выявлены лишь по 2 шкалам: «поиск социальной поддержки» и «осторожные действия», которые во 2-й группе сотрудников выражены более слабо.

Таблица 1

Стратегии стресс-преодолевающего поведения у сотрудников ГПС МЧС России, (M ± m) балл

Шкала	Уровень адаптированности (группа)			p
	высокий (1-я)	средний (2-я)	низкий (3-я)	
Ассертивные действия	22,5 ± 0,2	19,8 ± 0,2	19,2 ± 0,3	1/2 < 0,05; 1/3 < 0,01
Вступление в социальный контакт	23,5 ± 0,3	19,0 ± 0,4	18,8 ± 0,3	1/2 < 0,01; 1/3 < 0,01
Поиск социальной поддержки	22,2 ± 0,3	19,3 ± 0,3	23,5 ± 0,4	1/2 < 0,05; 1/3 < 0,01
Осторожные действия	21,5 ± 0,3	21,2 ± 0,5	24,3 ± 0,3	1/3 < 0,01; 2/3 < 0,01
Импульсивные действия	15,3 ± 0,2	19,3 ± 0,3	18,9 ± 0,4	1/2 < 0,01; 1/3 < 0,01
Избегание	15,0 ± 0,2	19,7 ± 0,3	20,4 ± 0,3	1/2 < 0,01; 1/3 < 0,001
Непрямые действия	17,8 ± 0,3	18,4 ± 0,3	20,5 ± 0,3	1/3 < 0,05
Асоциальные действия	15,3 ± 0,3	17,7 ± 0,3	18,2 ± 0,3	1/2 < 0,05; 1/3 < 0,05
Агрессивные действия	14,2 ± 0,3	19,0 ± 0,4	17,2 ± 0,3	1/2 < 0,01; 1/3 < 0,05

Таким образом, использование в своем поведении пассивных и дезадаптивных стратегий стресс-преодолевающего поведения сотрудниками ГПС МЧС России могут указывать на средний или низкий уровень их адаптированности, а активных адаптивных – на высокий уровень их адаптированности к профессиональной деятельности в экстремальных ситуациях.

В табл. 2 приводятся результаты сравнительного анализа уровня субъективного контроля в выделенных группах. Результаты свидетельствуют о том, что сотрудники ГПС МЧС России 1-й группы обладают более высокой интернальностью, чем во 2-й и 3-й группах. Это касается как показателей общей интернальности (Ио), так и интернальности в областях достижений (Ид), неудач (Ин), семейных (Ис), производственных (Ип) и межличностных отношений (Им). Достоверных отличий интернальности не обнаружено лишь в области здоровья (Из).

Полученные результаты еще раз доказывают факт, что локус контроля является интегративной характеристикой самосознания, а интернальный локус контроля играет важную роль в развитии психосоциальной адаптации сотрудников ГПС МЧС России к профессиональной деятельности.

Как было показано в исследованиях Б. М. Лопухина [4], сотрудники ГПС с высоким уровнем адаптированности активно использовали когнитивную оценку стрессовой ситуации, сами выбирали стратегию преодоления стресса, отдавая предпочтение базисным стратегиям разрешения проблем и поиска социальной поддержки, имели возможность, исходя из собственных интересов, выбирать адекватную для данной ситуации социально-поддерживающую сеть, регулировать ее поддерживающие и ингибирующие функции, выбирать «донора» социальной поддержки, вид и объем ее оказания.

Этот стресс-преодолевающий процесс основывался на убежденности, что преодоление стресса является результатом активной деятельности сотрудника, зависит от его личностных особенностей, от его внутреннего контроля над средой как активной развивающейся функциональной системы, направленной на положительные результаты данного варианта адаптации.

Эффективность проблем-разрешающих стратегий у сотрудников ГПС МЧС России с высоким уровнем адаптированности была выше, так как отражала положительный опыт взаимодействия со средой, была тесно взаимосвязана с интернальным контролем. Вы-

Таблица 2

Уровень субъективного контроля у сотрудников ГПС МЧС России, (M ± m) балл

Группа	Показатель	Показатель интернальности						
		Ио	Ид	Ин	Ис	Ип	Им	Из
1-я	Балл Стены p	26,4 ± 2,3 6 1/2 < 0,05	7,7 ± 1,8 6	7,4 ± 1,3 4 1/2 < 0,001	3,1 ± 0,6 5 1/2 < 0,05	7,3 ± 1,2 4	2,3 ± 0,4 6	3,8 ± 0,9 5
2-я	Балл Стены p	18,7 ± 1,7 4 2/3 < 0,05	6,9 ± 1,1 5	2,4 ± 0,6 3	2,3 ± 0,4 4	8,5 ± 1,5 5 2/3 < 0,001	2,6 ± 0,3 5 2/3 < 0,01	3,1 ± 0,7 4
3-я	Балл Стены p	14,3 ± 1,5 3 1/3 < 0,001	3,2 ± 0,7 4 1/3 < 0,01	1,6 ± 0,5 4 1/3 < 0,001	1,9 ± 0,2 4 1/3 < 0,05	2,3 ± 0,7 4 1/3 < 0,01	1,2 ± 0,2 5 1/3 < 0,05	2,8 ± 0,4 4

сокая самооценка и интернальный локус контроля выступали как предикторы успешной адаптации, здорового поведения, адекватных, семейных и других межличностных отношений, обеспечивали достижения и препятствовали неудачам. Для сотрудников данной группы были характерны ответственность в принятии решений, социальная активность, определенная доминантность, эмоциональная устойчивость, моральная нормативность, выраженная когнитивная активность, осознанные профессионально-образовательные стремления, перспективы на будущее, иными словами – ощущение контроля над средой. Все эти характеристики обеспечивались выраженностью интернального контроля.

У сотрудников ГПС 3-й группы показатель интернальности был наиболее низким из всех обследованных сотрудников. Это относилось как к общему уровню интернальности (по сравнению с 1-й группой различия при  $p < 0,001$ ), так и его ситуативных компонентов в различных сферах (см. табл. 2).

В связи с пассивной позицией и зависимым поведением управление социальной поддержкой для сотрудников 3-й группы было практически невозможно. Они постоянно получали отрицательный опыт ее использования, в связи с чем задерживалось формирование активных стратегий стресс-преодолевающего поведения, вместо них использовались регрессивные, пассивные стратегии преодоления стресса. Опыт психосоциальной адаптации препятствовал развитию субъективного интернального контроля над средой. Все эти взаимосвязанные процессы вынуждали сотрудников ГПС МЧС России 3-й группы прибегать к попыткам немедленной редукции эмоционального напряжения, определяющим стиль поведения, направленный на социальную дезинтеграцию (самоизоляция от окружающих, некоторая социальная пассивность, ограничение общения, увеличение дистанции общения и т. д.). Такие формы поведения были частыми и имели тенденцию к фиксации.

Низкий уровень интернальности выступает в качестве предиктора дезадаптации, нарушения здоровья, неадекватных, нарушенных межличностных отношений, низкого уровня достижений и высокого уровня неудач. Для сотрудников ГПС МЧС России 3-й группы характерны пассивность, тревожность, субдепрессивность, повышенная конформность, низкая социальная ответственность, закрытость для общения, моральная аномальность, недостаточная осознанность профес-

сионально-образовательных стремлений, ограниченность временной перспективы настоящим моментом. Эти характеристики являются ведущими для лиц с экстернальным локусом контроля.

У сотрудников 2-й группы выраженность общей интернальности в области достижений и межличностных отношений занимала промежуточное положение по сравнению с 1-й и 3-й группой (см. табл. 2). Они часто попадали в ситуацию жестокой регламентации взаимодействия со средой, что подавляло развитие интернального локуса контроля и приводило к интенсивному развитию стресс-преодолевающей стратегии избегания, которая становилась основой формирующегося поведенческого стиля. Проявлялась низкая выраженность интернального локуса контроля при столкновении с неудачами. Неудачи и психосоциальные проблемы не воспринимались как результат собственного поведения. Они рассматривались как продукт агрессивной настроенной к ним среды. Попытки преодоления контроля среды носили, как правило, пассивно-деструктивный характер. Однако стремление контролировать среду являлось насущной потребностью для сотрудников 2-й группы в целом.

Сотрудники ГПС МЧС России 1-й группы демонстрировали поведение, направленное на активное, самостоятельное и устойчивое разрешение проблем, что позволяло этим сотрудникам приобрести положительный опыт, свидетельствующий о том, что их поведение может влиять на стрессовую ситуацию, а применяемые когнитивные стресс-преодолевающие стратегии позволяют эффективно контролировать действие стрессоров.

Пассивный стиль преодоления стресса не позволял сотрудникам 3-й группы успешно контролировать среду. Низкий уровень субъективного контроля определял и выбор таких стратегий стресс-преодолевающего поведения, как избегание, подавлял когнитивную и социальную активность, снижал самооценку, настроение, не позволял в достаточной мере осознавать свои цели и профессионально-образовательные стремления, связывать их с отдаленной временной перспективой. Он также затруднял установление адекватных межличностных отношений, способствовал формированию одиночества, закрытости, самоизоляции. Низкий уровень побуждений создавал благоприятные условия для развития экстернального и подавления интернального локуса контроля.

Полученные результаты исследования уровня стратегий стресс-преодолевающего поведения и субъективного контроля позволяют сделать ряд выводов.

### Выводы

1. Выраженный интернальный локус контроля является качеством личности, характерным для сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России с высоким уровнем адаптированности, использующих психологические механизмы активного преодоления стресса, тогда как неустойчивый интернальный или экстернальный контроль являются качеством личности, характерным для сотрудников со средним уровнем адаптированности, использующих в качестве доминирующего психологического механизма преодоления стресса стратегию поиска социальной поддержки, сочетающуюся, в зависимости от мотивации индивида, то с активной стратегией разрешения проблем, то с пассивной стратегией избегания.

2. Отсутствие социальной поддержки в среде или низкий уровень ее восприятия не позволяют сотрудникам Государственной противопожарной службы МЧС России с низким уровнем адаптированности использовать активные стратегии разрешения проблем. В этом случае использовали стратегию избегания, что приводило к формированию малоадаптивного, саморазрушающего поведения. Сотрудники с низким уровнем адаптированности, использовавшие в качестве доминирующей стратегию избегания, испытывали серьезные затруднения в самостоятельном активном преодолении стресса, что свидетельствует о подчиненности личности среде, зависимости от ее влияний, а в целом, о низком уровне личностных ресурсов стресс-преодолевающего поведения.

3. Оценку уровня субъективного контроля и ведущих стратегий стресс-преодолевающего поведения необходимо активно использовать при организации психологического сопровождения профессиональной деятель-

ности сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России, поскольку она существенным образом связана с уровнем их адаптированности.

### Литература

1. Евдокимов В.И., Рыбников В.Ю., Зотова А.В. Структура диссертаций, представленных в диссертационные советы СССР и России по специальности 19.00.04 – «Медицинская психология» в 1990–2011 гг. // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2012. № 4. С. 119–125.
2. Зинченко Ю.П., Евдокимов В.И., Рыбников В.Ю. Анализ отечественных и зарубежных диссертаций в сфере медицинской (клинической) психологии (1990–2011). // Вестн. Моск. ун-та. Сер.: 14. Психология. 2014. № 2. С. 3–15.
3. Лазарус Р. Совладание (coping) // Психологическая энциклопедия. 2-е изд. / под ред. Р. Корсини, А. Ауэрбаха. СПб. [и др.] : Питер, 2003. 760 с.
4. Лебедев И.Б. Психологические механизмы, стратегии и ресурсы стресс-преодолевающего поведения (копинг-поведения) специалистов экстремального профиля (на примере сотрудников МВД России) : автореф. дис. ... д-ра. психол. наук. СПб., 2002. 31 с.
5. Лопухин Б.М. Оценка и прогнозирование личностных ресурсов стресс-преодолевающего поведения сотрудников ГПС МЧС России в период адаптации к профессиональной деятельности : автореф. дис. ... канд. психол. наук. СПб., 2013. 24 с.
6. Психодиагностические методы выявления дезадаптивных нарушений в практике клинических психологов: учеб. пособие / под ред. Рыбникова В.Ю., Чермянина С.В. СПб. : Айсинг, 2009. 216 с.
7. Рыбников В.Ю., Ашанина Е.Н. Психология копинг-поведения специалистов опасных профессий: монография. СПб. : Политехника-сервис, 2011. 170 с.
8. Рыбников В.Ю., Матыцина Е.Н., Кобозев И.Ю. Личностные и средовые копинг-ресурсы в профессиональной деятельности представителей профессий экстремального профиля // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2012. № 3. С. 73–75.
9. Folkman S., Lazarus R. Manual for the Ways of Coping Questionnaire. Palo-Alto, 1988. 120 p.
10. Folkman S., Lazarus R. S. An analysis of coping in a middle-age community sample // J. of Health and Soc. Behav. 1980. Vol. 21. P. 219–239.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

## Relationship between level of subjective control and stress-coping behavior in employees of EMERCOM of Russia with different levels of adaptation

**Bobrishchev A.A.**

Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia  
(Russia, 196105. St. Petersburg, Moskovsky Ave., 149)

✉ Alexey Aleksandrovich Bobrishchev – Dr. Psychol. Sci. Prof., Physical Training Department, Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia (Russia, 196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., 149); e-mail: 0719692010@mail.ru.

**Abstract.** The article analyzes levels of subjective control and its relationship with stress-coping behavior in employees of EMERCOM of Russia with different levels of adaptation (high, medium, low). Criteria are defined for distribution of employees into different groups of adaptation. Stress-coping strategies and internality were compared within groups of employees with high, medium and low levels of adaptation. According to the study results, adaptation is related to levels of subjective control and key stress-coping strategies in employees of EMERCOM of Russia.

**Keywords:** emergency safety, fire-fighter, emergency worker, EMERCOM of Russia, psychology of labor, stress-coping behavior, adaptation, internality, the level of subjective control.

### References

1. Evdokimov V.I., Rybnikov V. Yu., Zotova A.V. Struktura dissertatsii, predstavlenykh v dissertatsionnye sovery SSSR i Rossii po spetsial'nosti 19.00.04 – «Meditsinskaya psikhologiya» v 1990–2011 gg. [Analysis of dissertations submitted to dissertation boards of the USSR and Russia by specialty 19.00.04 – Medical psychology in 1990–2011]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2012. N4. Pp. 119–125. (In Russ.)
2. Zinchenko Yu.P., Evdokimov V.I., Rybnikov V. Yu. Analiz otechestvennykh i zarubezhnykh dissertatsii v sfere meditsinskoj (klinicheskoi) psikhologii (1990–2011) [Analysis of domestic and foreign dissertations in the field of medical (clinical) psychology (1990–2011)]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya: 14. Psikhologiya* [Moscow state university bulletin. Series 14: Psychology]. 2014. N2. Pp. 3–15.
3. Lazarus R. Sovladanie [Coping]. *Psikhologicheskaya entsiklopediya* [Encyclopedia of psychology]. Eds. R. Korsini, A. Auerbakh. Sankt-Peterburg. 2003. 760 p. (In Russ.)
4. Lebedev I.B. Psikhologicheskie mekhanizmy, strategii i resursy stress preodolevayushchego povedeniya (koping-povedeniya) spetsialistov ekstremal'nogo profilya (na primere sotrudnikov MVD Rossii) [Psychological mechanisms, strategies and resources of stress-coping behavior (coping behavior) in specialists of extreme profile (for example, employees of the Interior Ministry of Russia)]: Abstract dissertation Dr. Psychol. Sci. Sankt-Peterburg. 2002. 31 p. (In Russ.)
5. Lopukhin B. M. Otsenka i prognozirovanie lichnostnykh resursov stress-preodolevayushchego povedeniya sotrudnikov GPS MChS Rossii v period adaptatsii k professional'noi deyatel'nosti [Evaluation and prediction of personality resources in stress-coping behavior of employees of EMERCOM of Russia in the period of adaptation to professional activity]: Abstract dissertation PhD Psychol. Sci. Sankt-Peterburg. 2013. 24 p. (In Russ.)
6. Psikhodiagnosticheskie metody vyyavleniya dezadaptivnykh narushenii v praktike klinicheskikh psikhologov [Psychodiagnostic methods to identify maladjustment disorders in the practice of clinical psychologists: a tutorial]. Eds. Rybnikov V. Yu., Chermnyanin S. V. Sankt-Peterburg. 2009. 216 p. (In Russ.)
7. Rybnikov V. Yu., Ashanina E. N. Psikhologiya koping-povedeniya spetsialistov opasnykh professii [Psychology of coping behavior in specialists of hazardous occupations]. Sankt-Peterburg. 2011. 170 p. (In Russ.)
8. Rybnikov V. Yu., Matytsina E. N., Kobozev I. Yu. Lichnostnye i sredovye koping-resursy v professional'noi deyatel'nosti predstavitelei professii ekstremal'nogo profilya [Personality and environmental coping resources in professional activity of representatives of extreme professions]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2012. N3. Pp. 73–75. (In Russ.)
9. Folkman S., Lazarus R. Manual for the Ways of Coping Questionnaire. Palo-Alto, 1988. 120 p.
10. Folkman S., Lazarus R. S. An analysis of coping in a middle-age community sample. *J. of Health and Soc. Behav.* 1980. Vol. 21. Pp. 219–239.

Received 05.02.2016

**For citing.** Bobrishchev A.A. Vzaimosvyaz' urovnya sub»ektivnogo kontrolya so stress-preodolevayushchim povedeniem sotrudnikov Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii s razlichnym urovnem adaptirovannosti. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2016. N 1. Pp. 92–97. (In Russ.)

Bobrishchev A.A. Relationship between level of subjective control and stress-coping behavior in employees of EMERCOM of Russia with different levels of adaptation. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2016. N 1. Pp. 92–97. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-92-97

## ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА АРТ-ТЕРАПИИ ПРИ ОКАЗАНИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ДЕТЯМ, ПЕРЕЖИВШИМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России  
(Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149)

По данным Российского индекса научного цитирования (<http://elibrary.ru/>), на 01.02.2016 г. найдено 278 публикаций, изданных на русском языке в 2004–2015 гг. и посвященных арт-терапии у детей. Рассмотрены особенности арт-терапевтического метода, показаны его основные направления и задачи, описаны возможности и преимущества применения методов арт-терапии при психологической помощи и работе с детьми, находившимися в кризисных и чрезвычайных ситуациях. Методики арт-терапии органично вписывались в игровую деятельность детей, не создавали дополнительного напряжения для ребенка, который испытывал стресс после перенесенной чрезвычайной ситуации. Они отвлекали детей от значимых переживаний, оживляли сферу физических ощущений, заблокированных в результате психической травмы, не развивали утомления, так как базировались на уже сформированных навыках и умениях. На протяжении всего арт-терапевтического занятия у детей поддерживались на достаточном хорошем уровне работоспособность и активность. Кроме того, творческая деятельность способствовала снятию напряжения и оптимизации репертуара защитно-приспособительных реакций.

Ключевые слова: клиническая (медицинская) психология, чрезвычайная ситуация, дети, психологическая помощь, психологическая коррекция, арт-терапия.

### Введение

Арт-терапия (АТ) – от англ. art-therapy – буквально означает лечение искусством. Это комплекс методов оздоровления и психологической коррекции при помощи искусства и творчества. В отличие от занятий, направленных на систематическое обучение какому-либо искусству, занятия АТ носят скорее спонтанный характер, и они направлены не на творческий процесс, а на терапевтический результат. Понятие АТ имеет несколько значений:

- рассматривается как совокупность видов искусства, используемых в лечении и коррекции;
- как комплекс арт-терапевтических методик;
- как направление психотерапевтической и психокоррекционной практики;
- как метод.

Считается, что термин АТ ввел в употребление Адриан Хилл в 1938 г. для обозначения разных форм психосоциальной поддержки пациентов с психическими и соматическими заболеваниями, основанной на их занятиях изобразительной деятельностью. В основе приемов АТ лежали идея З. Фрейда о том, что внутреннее «Я» проявляется у человека в визуальной форме всякий раз, когда он спонтанно творит, а также мысли Юнга о персональных и универсальных символах [24].

Пионеры применения психотерапии у детей и подростков обосновывали свою практику с психоаналитической точки зрения, что позволило им найти механизмы и факторы терапевтической художественной экспрессии, а также природу и роль отношений ребенка со специалистом. В последние годы в арт-терапевтической работе с детьми и подростками получают распространение подходы, которые в большей мере, чем психоанализ, учитывают влияние культуры, социальных и иных факторов среды на психическое развитие ребенка. Они характеризуются более короткими сроками терапии и фокусированы на конкретных «мишенях».

Зарубежные арт-терапевты (Д. Винникотт, В. Ловенфельд, А. Фрейд и др.), работавшие с детьми и подростками, обосновывали свою практику с психоаналитической точки зрения. Обращение к психоаналитической теории и методологии позволило зарубежным арт-терапевтам обосновать механизмы и факторы терапевтической художественной экспрессии, а также природу и роль отношений клиента со специалистом.

### Применение арт-терапии у детей и подростков

В последние годы в арт-терапевтической работе с детьми и подростками начинают все более активно использоваться не связанные

✉ Шленков Алексей Владимирович – д-р психол. наук проф., нач. каф. психологии и педагогики С.-Петерб. ун-та Гос. противопожар. службы МЧС России (Россия, 196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149); e-mail: 33366610@mail.ru.

с психоанализом теоретические подходы, что продиктовано пониманием ограничений и недостатков традиционных психодинамических моделей [18]. Получают распространение такие подходы в детско-подростковой АТ, которые в большей мере, чем психоанализ, учитывают влияние культуры, социума и иных факторов среды на психическое развитие ребенка. Они ориентированы на осуществление системных профилактических и коррекционных воздействий с привлечением более широкого, чем в психоанализе, набора внешних и внутренних ресурсов, характеризуются более короткими сроками терапии и фокусировкой на конкретных «мишенях». К таким сравнительно новым подходам в арт-терапии у детей и подростков можно отнести когнитивно-поведенческий, проблемно ориентированный, социально-конструкционистский, нарративный и визуально нарративный подходы, а также семейную АТ [27].

АТ использует процесс художественного самовыражения для улучшения физического или психического благополучия человека. В мире существуют множество способов общения и самовыражения. Одним из основных различий АТ от других форм общения является то, что последние используют для общения вербализацию, т. е. слова и язык. Но часто люди не способны выразить себя, свои чувства и переживания, с которыми встретились в кризисных или чрезвычайных ситуациях (ЧС), не могут объяснить проблемы и желания, которые хотят решить, исходя из сложившихся обстоятельств [20].

В настоящее время АТ не только не утратила своей актуальности, но даже получила развитие и широкое распространение благодаря диагностическому, корригирующему и лечебному эффекту. Ее с успехом применяют у детей, используют в современных методических программах в школах и детских садах. Установлено, что особенно эффективные результаты АТ дает при ее использовании у дошкольников, детей с задержкой психического развития и детей-инвалидов [2, 34], где познавательный и образовательный уровень не позволял использовать иные методы диагностики и коррекции.

Доступность методических приемов АТ и отсутствие противопоказаний позволяют применять ее для людей всех возрастных категорий и при любом состоянии здоровья. А дети с присущей им игровой деятельностью с удовольствием занимаются творчеством: рисуют, лепят, сочиняют, изображают. Этот

приятный и нетравмирующий метод подходит для решения даже самых скрывааемых значимых психологических проблем. АТ показана для работы с детьми по ряду причин [35]:

во-первых, АТ строится на работе с образами, которые представляют собой универсальный язык, органичный природе ребенка;

во-вторых, АТ опирается на спонтанность, которая совершенно естественна для детского возраста;

в-третьих, АТ – это проективный метод, особенно удобный в работе с детьми, не способными вербально описать свое состояние. Образы являются средством, выражающим неосознаваемые потребности и влечения, внутренние конфликты, страхи, защитные реакции ребенка [23].

По данным Российского индекса научного цитирования (<http://elibrary.ru/i>), на 01.02.2016 г. были найдены 803 публикации, изданные на русском языке в 2004–2015 гг. и посвященные АТ. Работ по проведению АТ с детьми было 278 (34,6%), в том числе статей в журналах – 172, статей в материалах конференций и глав в книгах – 103. На сайте Российской государственной библиотеки представлены 107 ссылок на книги, в которых раскрываются проблемы АТ, Российской национальной библиотеки – 90, в том числе 13 – на авторефераты диссертаций, а из них 5 – были посвящены изучению эффективности использования АТ у детей и подростков [5, 7, 16, 31, 38].

Выделяют несколько технологий АТ, которые с успехом применяются в психокоррекционной работе с детьми: музыкотерапия [33], танцевально-двигательная терапия [22], имаготерапия, изотерапия (все, что связано с изобразительным искусством: рисование, клясотерапия, лепка, терапия песочными фигурами и пр.) [8, 14, 25, 32, 37], куклотерапия [11], клоунотерапия [3], библиотерапия (работа со словом – сочинение сказок, стихов и т.д.) [4], сказкотерапия и пр. Проведенные исследования не выявили преимуществ эффективности тех или иных приемов АТ. Они одинаково положительно влияли на позитивные изменения эмоциональных и поведенческих реакций у детей, а эффективность психокоррекционных воздействий, как правило, зависела от генезиса биологических, социальных, моральных или дезинтеграционных психических нарушений.

Наибольшее количество публикаций было посвящено изучению и купированию страхов у детей. А. И. Захаров использует следующую классификацию страхов у детей [13]:

– естественные (возрастные) – кратковременные, исчезающие со временем, существенно не влияющие на характер поведения и взаимоотношения с окружающими людьми;

– патологические, характеризующиеся затяжным течением, произвольностью, неблагоприятным воздействием на характер, межличностные отношения. Именно в этих условиях заостряются возрастные страхи;

– ситуационные, возникающие в опасной ситуации;

– личностные, определяющиеся характером ребенка, его тревожной мнительностью;

– реальные, вызванные предметами, явлениями реальной действительности;

– воображаемые, основанные на вымышленной ситуации или объекте;

– острые страхи, возникающие непосредственно в момент опасности, переживаются бурно, могут вызвать серьезные изменения в поведении ребенка;

– хронические страхи, переживаемые в течение многих лет. Проявления данного вида страха неострые и сильных изменений в поведении детей они не вызывают.

Таким образом, реальные и острые страхи определяются ситуацией, а воображаемые и хронические – личностными особенностями детей. Обобщая результаты исследований по использованию АТ у детей [2, 4, 6, 21, 24, 30], оказалось, что в 65–75% проведение АТ оказывало положительную динамику и избавляло детей от беспокоящих страхов за 2–4 занятия. Улучшалось эмоциональное состояние, налаживался сон, снижался общий уровень тревожности. Основная цель арт-терапевтических занятий заключается в снижении эмоционального напряжения. В процессе психокоррекции происходила работа с бессознательным у ребенка, результатом которой являлось «перекодирование образа страха» в иной, не пугающий его образ. Дети учились адекватно реагировать на новые пугающие ситуации, у них формировались уверенность в себе и активность. Ретроспективный анализ показал, что после АТ в течение 1–2 лет у детей не было повторных обращений.

В 15–20% случаев (с преобладанием в выборке в 2 раза девочек) требовалась более длительная АТ (около 10 сеансов) с повторным отреагированием беспокоящего контекста. Как правило, это были ситуации, вызванные недавними событиями, имеющие острый характер. В 10% случаев при тяжелых и невротических реакциях у детей, обусловленных

насилием, неблагополучной семейной ситуацией и нарушением детско-родительских отношений, необходимо было смещать акцент психокоррекционных воздействий на деструктивные родительские установки [12, 26].

### **Применение арт-терапии у детей и подростков, переживших кризисные состояния и чрезвычайные ситуации**

Люди, пережившие ЧС, не всегда были готовы идти на контакт, не всегда могли словесно выразить свои эмоции, а у детей это могло быть обусловлено и низким словарным запасом. В таком случае может помочь АТ, где на занятиях ребенку предоставляется возможность показать свое эмоциональное состояние через различные виды творчества. Например, во время Второй мировой войны в США психологи начали применять АТ для работы с детьми, вывезенными из фашистских лагерей. Тогда АТ преследовала, прежде всего, диагностические цели.

При АТ повышение качества психологической помощи детям, пережившим насилие, природные или техногенные аварии, военные действия, повышается за счет технологий нахождения и развития у них адаптивных копинг-ресурсов, которые станут основой копинг-поведения детей, формируя необходимый адаптационный потенциал.

АТ с детьми – жертвами насилия помогает [18]:

– восстанавливать чувство собственного достоинства;

– реализовать более широкий репертуар защитно-приспособительных реакций;

– при контакте с различными материалами позволяет не только актуализировать и отреагировать травматичный опыт, но и оживить сферу физических ощущений, заблокированных в результате травмы.

Интенсивный характер индивидуальной АТ может создать развитие потенциальной ситуации, способной провоцировать у ребенка травматичный опыт. Доверие пережившего насилие ребенка к психотерапевту часто формируется очень медленно и может произойти лишь при наличии четких границ и структуры психотерапевтических отношений. Для подростков индивидуальная АТ нередко бывает малоприменимой из-за присущего им негативного отношения ко взрослым и социальным авторитетам.

Групповая терапия лишена некоторых негативных моментов индивидуальной терапии, связанных с интенсивными терапевтически-

ми отношениями, провоцирующими дополнительную виктимизацию ребенка, например, из-за слишком директивной позиции специалиста. Большинство клиницистов рекомендуют использовать в работе с жертвами сексуального насилия, в первую очередь, групповую АТ [28]. Эта форма позволяет преодолеть чувство социальной изоляции и вины, которые переживают жертвы сексуального насилия и дети из дисфункциональных семей. Групповое взаимодействие со сверстниками в присутствии двух психотерапевтов в какой-то мере способствует формированию у жертв насилия опыта положительных семейных отношений. При проведении указанной терапии возникает проблема объединения жертв сексуального насилия в группу – к счастью, это достаточно не очень распространенное правонарушение.

Кризисные состояния – это особые психические состояния, возникающие под воздействием внешних или внутренних факторов, характеризующиеся нарушением баланса большинства сфер жизнедеятельности человека и требующие экстренной психологической помощи. К категории кризисных состояний относится состояние горя при утрате близкого человека. Представление о смерти развивается у детей постепенно. Есть данные о том, что у детей до 2–3 лет представление о смерти не формируется. Наиболее важным периодом для осознания смерти, как составной части жизни, является младший школьный возраст. Задачи арт-терапии горя [16, 28]:

- 1) установить контакт с ребенком, в том числе при языковых барьерах;
- 2) отвлечь ребенка от болезненных событий и переживаний;
- 3) помочь ребенку высвободить разрушительные импульсы, сублимировать негативные эмоции;
- 4) оказать ребенку помощь в осмыслении полученного опыта;
- 5) способствовать адаптации ребенка в новых условиях существования.

В конце 1980-х годов оформились понятия «психическая травма» и «посттравматическое психическое расстройство» (ПТСР) [17, 36]. События, воспринимающиеся человеком как угроза жизни, создают психические переживания утраты веры в то, что жизнь организуется в соответствии с определенным порядком и поддается контролю. По сути, психическая травма способна вызвать экзистенциальный кризис личности [15].

Психика ребенка характеризуется ранимостью. Дети очень впечатлительны, защитные

механизмы у них еще не сформированы. Ребенок только учится познавать себя, только начинает знакомиться с окружающей средой и другими людьми, учится взаимодействовать. И если ребенок попадает в условия природной катастрофы, террористического акта, вооруженного конфликта или других ЧС, то возникает большой риск, что он не сможет самостоятельно справиться с экстремальными впечатлениями и переживаниями. Имеется большая вероятность того, что такие события отрицательно отразятся на психическом состоянии ребенка, его поведенческих реакциях и даже на психосоматическом здоровье.

Например, события 1–3 сентября 2004 г. в школе № 1 г. Беслана, связанные с захватом и удержанием в заложниках более 1100 человек (в основном детей), длительным их удержанием в условиях жестокого психического стресса и с последующим освобождением в результате кровопролитного штурма (в общей сложности в результате теракта погибли 333 человека, из них 186 детей, и 800 получили ранения средней тяжести), привели к тому, что у значительного числа пострадавших развились симптомы ПТСР. Исследование проводилось в октябре–декабре 2004 г. в городах Беслане и Владикавказе и в феврале–марте 2005 г. в Санкт-Петербурге. Всего в исследовании участвовали 338 детей, из них 200 были обследованы в городах Владикавказе и Беслане [39–41].

Проведенные исследования позволили разработать концепцию, принципы, психологические механизмы и структурно-функциональную модель формирования и коррекции ПТСР у детей – жертв кризисных состояний и чрезвычайных ситуаций (рисунок) [1]. В модели выделяют этапы: диагностический, экстренной психолого-педагогической помощи, комплексной психолого-педагогической и медико-социальной реабилитации детей и их родителей, мониторинга психического состояния.

Оказалось, что в острый период психотравмы у детей ведущими симптомокомплексами – факторами являлись: тревога (22% от суммарной дисперсии признаков), страхи, фобии (21%), неадаптированные психологические защиты (16%), гипервозбудимость (14%), копинг-реакции (10%). Эти симптомокомплексы явились «мишенями» при проведении психокоррекционной работы (см. рисунок) [10, 40].

В процессе психологической реабилитации использовали техники – игровой терапии, арт-терапии, музыкотерапии, сказкотерапии,



Структурно-функциональная модель формирования и коррекции ПТСР у детей – жертв кризисных состояний и чрезвычайных ситуаций.

логоритмики и некоторые другие приемы психологической коррекции. В результате проведенной работы заметное улучшение самочувствия, психического состояния, поведения и адаптивности наблюдалось у 30% пострадавших. У большинства же детей заметного улучшения не наблюдалось или оно было незначительным. Оказалось также, что спустя 4 мес после психотравмы ежедневные или эпизодические воспоминания об этом отмечались у 59% детей [40].

В отдаленный период (через 3 года после теракта) основными факторами, характеризующими феноменологию психологических проявлений ПТСР и особенности психологического статуса детей – жертв террористического акта, были: тревога (31%), страхи, фобии (27%), неадаптированные психологические защиты (20%).

Наиболее распространенными жалобами у детей являлись страхи, нарушения сна, ночные кошмары, дисфорические состояния и отказ от еды. У многих возникали преследующие переживания, воспроизводящие отдельные эпизоды террористического акта. Данные наблюдений и экспресс-диагностики свидетельствовали о высоком уровне тревоги, наличии заторможенности, депрессивного состояния, наиболее выраженного в случаях гибели кого-либо из родных и близких. У значительного числа подростков разви-

валось острое чувство вины из-за того, что сами выжили, а их родственники или друзья погибли. Многие дети затруднялись изложить произошедшие события и собственные переживания, проявляя определенные элементы алекситимии. Реакции страха и стыда, возникающие по причине искаженной переработки травматического опыта, препятствовали сообщениям о пережитом опыте, а в некоторых случаях дети настолько теряли доверие к взрослым из-за случившегося, что само общение с ними становилось пусковым фактором для тревоги и замыкания в себе [15].

Чем младше был возраст детей (6–8-летних), тем чаще у них отмечалась утрата интереса к прежним структурированным играм, не свойственная до психической травмы. Некоторая отчужденность от окружающих, появившаяся у детей, переживших теракт, затрудняла контакт с ними. В тяжелых случаях проявлялись заторможенность, пассивность, явления элективного мутизма (дети старались общаться с окружающими лишь скупыми жестами, разговаривали односложно, только шепотом и только с близкими родственниками). Среди факторов, обуславливающих тяжесть ПТСР и резистентность к психологической коррекции и психотерапии, наибольшее значение имели [8]:

- гибель родных и близких во время теракта;

- получение во время теракта ранений, ушибов, ожогов, степень их тяжести;
- разлука с семьей как сразу после освобождения, так и впоследствии (например, в связи с госпитализацией или направлением на курорт);
- отсутствие адекватной и своевременной психологической и психотерапевтической помощи как самим детям, так и членам их семей.

Арт-терапевтические практики являлись наиболее результативными формами психологической помощи в кризисных ситуациях. Творческий процесс для детей становился психотерапевтическим механизмом, который позволял в символической форме переживать конфликтную психотравмирующую ситуацию, сформировать новую форму ее разрешения. Через игру, сказку, рисунок АТ давала выход внутренним конфликтам и сильным эмоциям, помогала понять собственные чувства и переживания, способствовала повышению самооценки и развитию творческих способностей.

И. В. Добряков и И. М. Никольская для этих целей использовали разработанные арт-терапевтические техники «отставленного дебрифинга» с использованием сказок и игр в сочетании с методом серийных рисунков и рассказов, применяемым в соответствии с правилами кризисной психотерапии. Эти методики позволяли установить контакт с ребенком, раскрыть его связанные с психотравмирующей ситуацией переживания и осознать их отчуждение [9, 29].

Методики АТ органично вписывались в ведущую деятельность детей – игровую и не создавали дополнительного напряжения для ребенка, который и так испытывал стресс после ЧС. Они отвлекали детей от значимых переживаний, не развивали утомления, так как базировались на уже сформированных навыках и умениях. На протяжении всего АТ-занятия у детей поддерживались на достаточном хорошем уровне работоспособность и активность. Кроме того, творческая деятельность способствовала релаксации и снятию напряжения. Считается, что АТ является методом выбора при оказании психологической помощи детям при оказании миротворческой помощи в ЧС при языковых барьерах.

### **Заключение**

Арт-терапевтические практики в настоящее время являются самыми результативными формами психологической помощи в кри-

зисных ситуациях. Такие занятия проходят обычно в относительно свободной форме, не принуждая ребенка к каким-либо действиям, поскольку ребенок не задумывается о конечном результате, он получает удовольствие от самого процесса, чувствует себя свободно и увлечен происходящим.

Опыт практического применения метода арт-терапии при работе с детьми, которые на своем еще небольшом жизненном пути встретились с кризисными состояниями и чрезвычайными ситуациями, сформировали страхи и проблемы поведения, показал свою эффективность. Занятия с использованием методов арт-терапии помогают детям справиться с психотравмирующей ситуацией, пережить ее на новом уровне, сформировать новые типы поведения, избавиться от фобий, скорректировать поведенческие установки. Как правило, такие занятия не имеют противопоказаний и могут проходить в групповой форме, что особенно актуально при массовом поступлении пострадавших и языковом барьере.

### **Литература**

1. Алексанин С. С., Рыбников В. Ю., Цуциева Ж. Ч. Концепция, принципы, психологические механизмы и структурно-функциональная модель формирования и коррекции посттравматических стрессовых расстройств у детей – жертв террористических актов // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2010. № 4, ч. 1. С. 93–98.
2. Артемьева Т. В., Галимарданова Ф. М. Арт-терапия в коррекции страхов у детей с ограниченными возможностями здоровья в условиях лекотеки // Актуал. пробл. гуманит. и естеств. наук. 2013. № 1. С. 335–338.
3. Бабушкина Е. В., Тамразян Н. А. Клоунотерапия как технология социально-психологической реабилитации детей в Алтайском крае // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования: сб. науч. ст. междунар. конф. Барнаул, 2015. С. 3021–3023.
4. Башкирова Е. Н. Библиотерапия – продуктивный метод преодоления страхов у детей // Воспитание школьников. 2011. № 7. С. 54–58.
5. Белозорова Л. А. Арт-терапия как средство психокоррекции нарушений эмоциональных состояний детей-дошкольников : автореф. дис. ... канд. психол. наук. Курск, 2011. 25 с.
6. Вараксина А. В. Анализ программ коррекции страхов у младших школьников средствами арт-терапии // Молодой ученый. 2015. № 21. С. 700–703.
7. Гришина А. В. Развитие творческой индивидуальности подростков средствами арт-терапии в учреждениях дополнительного образования : автореф. дис. ... канд. пед. наук. Волгоград, 2004. 28 с.

8. Добряков И. В. Клинические особенности острого посттравматического стрессового расстройства у детей // Прикладная юрид. психология. 2008. № 3. С. 53–54.
9. Добряков И. В., Никольская И. М. Краткосрочная кризисная психотерапия детей с посттравматическими стрессовыми расстройствами в рамках модели реабилитации «Добрякова–Никольской» // Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2009. Т. 109, № 12. С. 29–33.
10. Добряков И. В., Цуциева Ж. Ч., Яхьяева Л. И. Организация реабилитации жертв террористического акта в Беслане // Прикладная юрид. психология. 2008. № 1. С. 154–155.
11. Дятлова Е. С., Титова О. И. Теоретические основы применения куклотерапии как средства обеспечения психологического здоровья детей старшего дошкольного возраста // Экономика и управление в современных условиях: материалы междунар. науч.-практ. конф. Красноярск, 2015. С. 35–37.
12. Ждакаева Е. И. Психологическая помощь семьям средствами арт-терапии в условиях дошкольного учреждения // Омск. науч. вестн. 2012. № 1 (105). С. 154–157.
13. Захаров А. И. Дневные и ночные страхи у детей. СПб.: Речь; М.: Сфера, 2010. 313 с.
14. Зинкевич-Евстигнеева Т. Д., Грабенко Т. М. Чудеса на песке: практикум по песочной терапии. СПб.: Речь, 2008. 340 с.
15. Изотова М. Х., Сорокин В. М. Эмоциональная сфера детей – жертв теракта // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 12. Психология. Социология. Педагогика. 2009. № 2/1. С. 216–220.
16. Киселева Т. Ю. Педагогическая арт-терапия как средство обогащения социокультурного опыта младших школьников во временном детском коллективе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Новосибирск, 2009. 22 с.
17. Кекелидзе З. И., Портнова А. А. Посттравматическое стрессовое расстройство у детей и подростков // Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2002. Т. 102, № 12. С. 56–62.
18. Копытин А. И. Арт-терапия жертв насилия. М.: Психотерапия, 2009. 140 с.
19. Копытин А. И. Возможности арт-терапии в работе с детьми и подростками // Методы арт-терапевтической помощи детям и подросткам: отечественный и зарубежный опыт: сб. ст. / под ред. А. И. Копытина. М.: Когито-Центр, 2012. 286 с.
20. Копытин А. И., Свистовская Е. Е. Арт-терапия детей и подростков. Изд. 2-е, стер. М.: Когито-Центр, 2010. 196 с.
21. Кочетова Ю. А. Психологическая коррекция детских страхов // Психологическая наука и образование [Электронный ресурс]. 2012. № 1. С. 250–260. URL: [www.psyedu.ru](http://www.psyedu.ru).
22. Кудинова Т. Б. Фольклорная арт-терапия как один из методов педагогической реабилитации детей младшего школьного возраста // Психология и педагогика: методика и пробл. практ. применения. 2010. № 17. С. 436–440.
23. Кулаков С. А. Арт-анализ в лечении пациентов с пограничными психическими расстройствами // Вестн. психотерапии. 2014. 50 (55). С. 7–29.
24. Куташов В. А., Лаптева И. В. Анализ эффективности использования методов арт-терапии в психологической коррекции страхов у детей 5–9 лет // Молодой ученый. 2016. № 1. С. 653–655.
25. Лысенко Р. Т., Федотова Н. В. Песочная терапия как средство развития эмоциональной сферы детей младшего школьного возраста // Детство, открытое миру: сб. материалов межрегион. науч.-практ. конф. Омск, 2015. С. 118–121.
26. Максимова С. В. Арт-терапия в социальной работе с детьми, подвергшимися насилию в семье // Арт-терапия в системе социальной адаптации граждан: современное состояние, проблемы, пути решения: межрегион. науч.-практ. конф. Ульяновск, 2014. С. 118–124.
27. Методы арт-терапевтической помощи детям и подросткам: отечественный и зарубежный опыт: сб. ст. / под ред. А. И. Копытина. М.: Когито-Центр, 2012. 286 с.
28. Мэрфи Дж. Арт-терапия в работе с детьми и подростками, перенесшими сексуальное насилие / под ред. А. И. Копытина. СПб. [и др.]: Питер, 2001. С. 158–174.
29. Никольская И. М. Кризисная психологическая помощь детям и психологическая защита // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2012. № 1. С. 97–104.
30. Орлова Л. В. Работа со страхами детей дошкольного возраста с помощью комплекса сенсорных и арт-терапевтических упражнений // Науч. жизнь. 2011. № 2. С. 108–111.
31. Повстан Л. А. Возможности арт-терапии в коррекционно-развивающей работе с социальными сиротами, имеющими нарушения психического развития на донозологическом уровне: автореф. дис. ... канд. психол. наук. Томск, 2004. 19 с.
32. Попов Т. Терапия песочными фигурами – эффективный и многообещающий метод арт-терапии // Вестн. по педагогике и психологии Юж. Сибири. 2013. № 3. С. 108–117.
33. Романова Т. А. Музыкальная терапия и танцтерапия в воспитательной работе с детьми // Культура и образование: электрон. науч.-практ. журн. 2014. № 6 (10). URL: <http://vestnik-rzi.ru/2014/06/1585>.
34. Рыбакова С. Г. Арт-терапия для детей с поддержкой психического развития. СПб.: Речь, 2007. 144 с.
35. Солтанбекова Б. А. Арт-терапия как метод работы с кризисным состоянием горя в детском возрасте // Материалы глобального партнерства по развитию научного сотрудничества: сб. науч. ст. М., 2015. С. 236–245.
36. Тарабрина Н. В. Психология посттравматического стресса: теория и практика. М.: Ин-т психологии РАН, 2009. 303 с.
37. Тупичкина Е. А., Минакова Е. М. Формирование стрессоустойчивости у дошкольников средствами изотерапии // Дет. сад: теория и практика. 2015. № 7 (55). С. 94–103.

38. Хомяков Д.С. Формирование креативности подростков и старших школьников средствами арт-терапии : автореф. дис. ... канд. психол. наук. М., 2006. 22 с.

39. Цуциева Ж.Ч. Феноменология и комплексная коррекция посттравматического стрессового расстройства у детей, жертв терроризма: монография. СПб.: Ладога, 2010. 244 с.

40. Цуциева Ж.Ч. Особенности проявлений острых стрессовых расстройств у детей после террористического акта в г. Беслане // Вестн. психотерапии. 2007. № 22 (27). С. 129–131.

41. Цуциева Ж.Ч. Посттравматическое стрессовое расстройство у детей – жертв террористического акта: особенности, психодиагностика и коррекция // Вестн. психотерапии. 2009. № 32 (37). С. 84–89.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

## Art therapy capabilities in psychological assistance to children exposed to emergencies

Shlenkov A.V.

Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia  
(Russia, 196105. St. Petersburg, Moskovsky Ave., 149)

✉ Aleksei Vladimirovich Shlenkov – Dr. Psychol. Sci., Head of Department of Psychology and Pedagogy, St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia (Russia, 196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., 149); e-mail: 33366610@mail.ru

**Abstract.** According to the Russian Science Citation Index (<http://elibrary.ru/>), as of 01.02.2016 there were 278 publications on art therapy with children issued in Russian over 2004–2015. They cover features of the art therapeutic method, its main directions and objectives, capabilities and benefits of art therapy for counseling and work with children in crisis and emergency situations. The techniques of art therapy organically fit into the play activity of children, do not create additional stress for children in emergency situations. They distract children from significant experiences, provide vivid physical sensations blocked as a result of trauma, do not cause fatigue since are based on pre-existing skills. Throughout art therapy classes, good performance and activity are maintained in children at a sufficient level. In addition, creative activities contribute to stress relief and optimization of the repertoire of protective and adaptive reactions.

**Keywords:** clinical (medical) psychology, emergency, children, psychological counseling, psychological correction, art therapy.

### References

1. Aleksanin S.S., Rybnikov V.Yu., Tsutsieva Zh.Ch. Kontsepsiya, printsipy, psikhologicheskie mekhanizmy i strukturno-funktional'naya model' formirovaniya i korrektsii posttravmaticheskikh stressovykh rasstroistv u detei – zherty terroristicheskikh aktov [Concept, principles, psychological mechanisms and structural-functional model of forming and correcting the posttraumatic stress disorder at children victims of terroristic acts. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2010. N 4, Part 1. Pp. 93–98. (In Russ.)

2. Artem'eva T.V., Galimardanova F.M. Art-terapiya v korrektsii strakhov u detei s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya v usloviyakh lekoteki [Art therapy for correcting fears of children with disabilities in the setting of Lekoteka]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Topical. Problems of humanitarian and natural sciences]. 2013. N 1. Pp. 335–338. (In Russ.)

3. Babushkina E.V., Tamrazyan N.A. Klounoterapiya kak tekhnologiya sotsial'no-psikhologicheskoi reabilitatsii detei v Altaiskom krae [Bibliotherapy - productive method of overcoming fear in children]. *Lomonosovskie chteniya na Altae: fundamental'nye problemy nauki i obrazovaniya* [Lomonosov Readings in Altay: fundamental problems of science and education]: Scientific. Conf. Proceedings. Barnaul. 2015. Pp. 3021–3023. (In Russ.)

4. Bashkirova E.N. Biblioterapiya – produktivnyi metod preodoleniya strakhov u detei [The book-therapy – a productive method of overcoming fears in children]. *Vospitanie shkol'nikov* [The Upbringing of Schoolchildren]. 2011. N 7. Pp. 54–58. (In Russ.)

5. Belozorova L.A. Art-terapiya kak sredstvo psikhokorrektsii narushenii emotsional'nykh sostoyanii detei-doshkol'nikov [Art therapy as a means of psychological correction of emotional disorders in pre-school children]: Abstract dissertation PhD Psychol. Sci. Kursk. 2011. 25 p. (In Russ.)

6. Varaksina A.V. Analiz programm korrektsii strakhov u mladshikh shkol'nikov sredstvami art-terapii [Analysis of programs for fear correction in younger schoolchildren by means of art therapy]. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2015. N 21. Pp. 700–703. (In Russ.)

7. Grishina A.V. Razvitiye tvorcheskoi individual'nosti podrostkov sredstvami art-terapii v uchrezhdeniyakh dopolnitel'nogo obrazovaniya [The development of creative individuality of teenagers by means of art therapy in additional education establishments]: Abstract dissertation PhD of Education. Volgograd. 2004. 28 p. (In Russ.)

8. Dobryakov I.V. Klinicheskie osobennosti ostrogo posttravmaticheskogo stressovogo rasstroistva u detei [Clinical features of acute post-traumatic stress disorder in children]. *Prikladnaya yuridicheskaya psikhologiya* [Applied Legal Psychology Scientific Journal]. 2008. N 3. Pp. 53–54. (In Russ.)

9. Dobryakov I.V., Nikol'skaya I.M. Kratkosrochnaya krizisnaya psikhoterapiya detei s posttravmaticheskimi stressovymi rasstroistvami v ramkakh modeli reabilitatsii «Dobryakova–Nicol'skoi» [Short-term crisis therapy of children with PTSD within «Dobryakov-Nikolskaya» rehabilitation model]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2009. Vol. 109, N 12. Pp. 29–33. (In Russ.)
10. Dobryakov I.V., Tsutsieva Zh.Ch., Yakh'yaeva L.I. Organizatsiya reabilitatsii zherstv terroristicheskogo akta v Beslane [Organization of rehabilitation of victims of the terrorist act in Beslan]. *Prikladnaya yuridicheskaya psikhologiya* [Applied Legal Psychology Scientific Journal]. 2008. N 1. Pp. 154–155. (In Russ.)
11. Dyatlova E.S., Titova O.I. Teoreticheskie osnovy primeneniya kukloterapii kak sredstva obespecheniya psikhologicheskogo zdorov'ya detei starshego doshkol'nogo vozrasta [The theoretical basis for application of doll therapy as a means of ensuring psychological health of children of senior preschool age]. *Ekonomika i upravlenie v sovremennykh usloviyakh* [Economics and management in current settings] : Scientific. Conf. Proceedings. Krasnoyarsk. 2015. Pp. 35–37. (In Russ.)
12. Zhdakaeva E.I. Psikhologicheskaya pomoshch' sem'yam sredstvami art-terapii v usloviyakh doshkol'nogo uchrezhdeniya [Psychological aid for families with instruments of art therapy in the preschool institutions]. *Omskii nauchnyi byulleten'* [Omsk Scientific bulletin]. 2012. N 1. Pp. 154–157. (In Russ.)
13. Zakharov A.I. Dnevnye i nochnye strakhi u detei [Day and night terrors in children]. Sankt-Peterburg ; Moskva. 2010. 313 p. (In Russ.)
14. Zinkevich-Evstigneeva T.D., Grabenko T.M. Chudesa na peske: praktikum po pesochnoi terapii [Miracles on the sand: a workshop on the sand therapy]. Sankt-Peterburg. 2008. 340 p. (In Russ.)
15. Izotova M.Kh., Sorokin V.M. Emotsional'naya sfera detei – zherstv terakta [The dynamics of emotional sphere of children – victims of the act of terrorism]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 12: Psikhologiya. Sotsiologiya. Pedagogika* [Vestnik of Saint Petersburg university. Series 12. Psychology. Sociology. Education]. 2009. N 2/1. Pp. 216–220. (In Russ.)
16. Kiseleva T.Yu. Pedagogicheskaya art-terapiya kak sredstvo obogashcheniya sotsiokul'turnogo opyta mladshikh shkol'nikov vo vremennom detskom kollektive [Pedagogical art therapy as a means to enrich the sociocultural experience of younger schoolchildren in a temporary children's collective] : Abstract dissertation PhD of Education. Novosibirsk. 2009. 22 p. (In Russ.)
17. Kekelidze Z.I., Portnova A.A. Posttravmaticheskoe stressovoe rasstroistvo u detei i podrostkov [Posttraumatic stress disorder in children and adolescents]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2002. Vol. 102, N 12. Pp. 56–62.
18. Kopytin A.I. Art-terapiya zherstv nasiliya [Art therapy of violence victims]. Moskva. 2009. 140 p. (In Russ.)
19. Kopytin A.I. Vozmozhnosti art-terapii v rabote s det'mi i podrostkami [Art therapy capabilities in children and adolescents]. *Metody art-terapevticheskoi pomoshchi detyam i podrostkam: otechestvennyi i zarubezhnyi opyt* [Methods of art therapy for children and adolescents: domestic and foreign experience]: collection of scientific works. Ed. A.I. Kopytina. Moskva. 2012. 286 p. (In Russ.)
20. Kopytin A.I., Svistovskaya E.E. Art-terapiya detei i podrostkov [Art therapy of children and adolescents]. Moskva. 2010. 196 p. (In Russ.)
21. Kochetova Yu.A. Psikhologicheskaya korrektsiya detskikh strakhov [Psychological correction of child fears]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie* [Psychological Science and Education]. 2012. N 1. Pp. 250–260. URL: www.psyedu.ru. (In Russ.)
22. Kudinova T.B. Fol'klornaya art-terapiya kak odin iz metodov pedagogicheskoi reabilitatsii detei mladshogo shkol'nogo vozrasta [Folk art therapy as one of techniques of pedagogical rehabilitation in children of primary school age]. *Psikhologiya i pedagogika: metodika i problemy prakticheskogo primeneniya* [Psychology and Pedagogy: methodology and problems]. 2010. N 17. Pp. 436–440. (In Russ.)
23. Kulakov S.A. Art-analiz v lechenii patsientov s pogranychnymi psikhicheskimi rasstroistvami [The art analysis in treatment of the patients with borderline mental disorders]. *Vestnik psikhoterapii* [Bulletin of Psychotherapy]. 2014. N 50. Pp. 7–29. (In Russ.)
24. Kutashov V.A., Lapteva I.V. Analiz effektivnosti ispol'zovaniya metodov art-terapii v psikhologicheskoi korrektsii strakhov u detei 5–9 let [Analysis of the efficiency of art therapy techniques for psychological correction of fears in 5-9 year olds]. *Molodoi ucheniy* [Young scientist]. 2016. N 1. Pp. 653–655. (In Russ.)
25. Lysenko R.T., Fedotova N.V. Pesochnaya terapiya kak sredstvo razvitiya emotsional'noi sfery detei mladshogo shkol'nogo vozrasta [Sand therapy as a means of development of emotional sphere of children of junior school age]. *Detstvo, otkrytoe miru* [Childhood open to the world]: Scientific. Conf. Proceedings. Omsk. 2015. Pp. 118–121. (In Russ.)
26. Maksimova S.V. Art-terapiya v sotsial'noi rabote s det'mi, podvergnimiy nasiliyu v sem'e [Art therapy in social work with children subjected to domestic violence]. *Art-terapiya v sisteme sotsial'noi adaptatsii grazhdan: sovremennoe sostoyanie, problemy, puti resheniya* [Art therapy in the system of social adaptation of people: current status, problems and solutions]: Scientific. Conf. Proceedings. Ul'yanovsk. 2014. Pp. 118–124. (In Russ.)
27. Metody art-terapevticheskoi pomoshchi detyam i podrostkam: otechestvennyi i zarubezhnyi opyt [Methods of art therapy for children and adolescents: domestic and foreign experience]: collection of scientific works. Ed. A.I. Kopytin. Moskva. 2012. 286 p. (In Russ.)
28. Merfi Dzh. Art-terapiya v rabote s det'mi i podrostkami, perenessimi seksual'noe nasilie [Art therapy in sexually abused children and adolescents]. Ed. A.I. Kopytin. Sankt-Peterburg. 2001. Pp. 158–174. (In Russ.)
29. Nikol'skaya I.M. Krizisnaya psikhologicheskaya pomoshch' detyam i psikhologicheskaya zashchita [Psychological crisis help to the children and psychological defence]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2012. N 1. Pp. 97–104. (In Russ.)
30. Orlova L.V. Rabota so strakhami detei doshkol'nogo vozrast s pomoshch'yu kompleksa sensomotornykh i art-terapevticheskikh uprazhnenii [Working with preschoolers' fears with the help of a complex of sensor-motor and art-therapeutic exercises]. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific life]. 2011. N 2. Pp. 108–111. (In Russ.)

31. Povstyan L.A., Vozможности art-terapii v korrektsionno-razvivayushchei rabote s sotsial'nymi sirotami, imeyushchimi narusheniya psikhicheskogo razvitiya na donozologicheskom urovne [Art therapy capabilities in correctional-developing work with social orphans with impaired mental development to preclinical level] : Abstract dissertation PhD Psychol. Sci. Tomsk. 2004. 19 p. (In Russ.)

32. Popov T. Terapiya pesochnymi figurami – effektivnyi i mnogoobeshchayushchii metod art-terapii [Therapy by sand figures – an effective and promising method of art therapy]. *Vestnik po pedagogike i psikhologii Yuzhnoi Sibiri* [The bulletin on pedagogics and psychology of Southern Siberia]. 2013. N 3. Pp. 108–117. (In Russ.)

33. Romanova T.A. Muzykoterapiya i tantsterapiya v vospitatel'noi rabote s det'mi [Music therapy and tantsterapiya in educating children]. *Kul'tura i obrazovanie* [Culture and Education] [Electronic resource]. 2014. N 6. URL: <http://vestnik-rzi.ru/2014/06/1585>. (In Russ.)

34. Rybakova S.G. Art-terapiya dlya detei s zaderzhkoi psikhicheskogo razvitiya [Art therapy for children with mental retardation]. Sankt-Peterburg. 2007. 144 p. (In Russ.)

35. Soltanbekova B.A. Art-terapiya kak metod raboty s krizisnym sostoyaniem gorya v detskom vozraste [Art therapy as a method of work with a crisis state of grief in childhood]. *Materialy global'nogo partnerstva po razvitiyu nauchnogo sotrudnichestva* [Proceedings of the Global Partnership on Development of Scientific Cooperation]. Moskva. 2015. Pp. 236–245. (In Russ.)

36. Tarabrina N.V. Psikhologiya posttraumaticheskogo stressa: teoriya i praktika [Psychology of posttraumatic stress: theory and practice]. Moskva. 2009. 303 p.

37. Tupichkina E.A., Minakova E.M. Formirovanie stressoustoichivosti u doshkol'nikov sredstvami izoterapii [Formation of stress resistance in preschool children using drawing therapy]. *Detskii sad: teoriya i praktika* [Kindergarten: theory and Practice]. 2015. N 7. Pp. 94–103. (In Russ.)

38. Khomyakov D.S. Formirovanie kreativnosti podrostkov i starshikh shkol'nikov sredstvami art-terapii [Formation of creativity in teenagers and senior pupils by means of art therapy] : Abstract dissertation PhD Psychol. Sci. Moskva. 2006. 22 p. (In Russ.)

39. Tsutsieva Zh.Ch. Fenomenologiya i kompleksnaya korrektsiya posttraumaticheskogo stressovogo rasstroistva u detei, zhertv terrorizma [Phenomenology and comprehensive correction of post-traumatic stress disorder in children, the victims of terrorism]. Sankt-Peterburg. 2010. 244 p. (In Russ.)

40. Tsutsieva Zh.Ch. Osobennosti proyavlenii ostrykh stressovykh rasstroistv u detei posle terroristicheskogo akta v g. Beslane [Manifestations of acute stress disorders in children after the terrorist act in Beslan]. *Vestnik psikhoterapii* [Bulletin of Psychotherapy]. 2007. N 22. Pp. 129–131. (In Russ.)

41. Tsutsieva Zh.Ch. Posttraumaticheskoe stressovoe rasstroistvo u detei – zhertv terroristicheskogo akta: osobennosti, psikhodiagnostika i korrektsiya [Phenomenology, psychodiagnosics and psychological correction of posttraumatic stress disorders in children – victims of terrorist acts: characteristics, psychodiagnosics, and correction]. *Vestnik psikhoterapii* [Bulletin of Psychotherapy]. 2009. N 32. Pp. 84–89. (In Russ.)

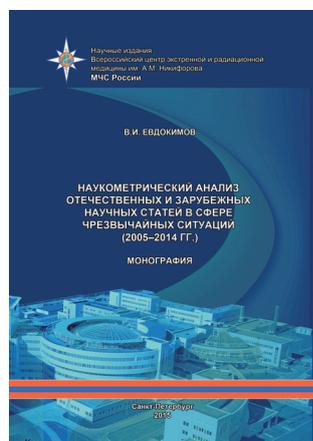
Received 02.02.2016

**For citing.** Shlenkov A.V. Vozможности metoda art-terapii pri okazanii psikhologicheskoi pomoshchi detyam, perezhivshim chrezvychainye situatsii. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 98–107. (In Russ.)

Shlenkov A.V. Art therapy capabilities in psychological assistance to children exposed to emergencies. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 98–107. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-98-107



### Вышла в свет монография



Евдокимов В.И. Научкометрический анализ отечественных и зарубежных научных статей в сфере чрезвычайных ситуаций (2005–2014 гг.) : монография / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб. : Политехника-сервис, 2015. – 110 с.

ISBN 978-5-906782-70-0. Тираж 500. Ил. 45, табл. 28, библиогр. список 75 названий.

Представлен алгоритм информационного поиска научных статей в реферативно-библиографических системах «Российский индекс научного цитирования» ОАО «Научная электронная библиотека, eLIBRARY.RU» и Scopus издательства «Elsevier». Показаны структура и динамика документального потока 4705 отечественных и 38 478 зарубежных статей в предметной области «Чрезвычайные ситуации» (ЧС) за период с 2005 по 2014 г. Проведен анализ сформированного массива статей на основе библиометрических показателей, отражающих оценку результатов научных исследований в области ЧС, в том числе качество опубликованных статей. Показаны структура и динамика количества ЧС в России в 2005–2014 гг., пути повышения международной значимости отечественных публикаций и представления статей российских авторов в зарубежных базах данных.

Разделы 1–4 подготовлены совместно с П. Г. Арефьевым.

## РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИМ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИМ ПРОБЛЕМАМ ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС (2005–2015 гг.)

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины  
им А. М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Информационный поиск в электронной базе Научной электронной библиотеки позволил сформировать массив из 515 научных статей, опубликованных на русском языке в 2005–2015 гг. по медико-биологическим и психологическим проблемам ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС и населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях. Ежегодно публиковались по  $(53 \pm 6)$  статей. Полиномиальный тренд при невысоком коэффициенте детерминации напоминает инвертируемую U-кривую с максимальными показателями в 2009–2011 гг. Представлены основные наукометрические показатели массива статей, рассчитанные в Российском индексе научного цитирования. Среднее число цитирований в расчете на 1 статью было 1,4, процитированы хотя бы 1 раз 38,1% статей, индекс Хирша составил 11. Распределение цитирований по годам цитируемых статей показало, что медиана хронологии цитирования составила около 6 лет. Проведен наукометрический анализ подборки статей ведущих журналов и организаций. В 50,2% статей объектом исследования были ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской АЭС, в 13,6% – дети и подростки, в 12% – население, проживающее на радиоактивно загрязненных территориях. Проблемы физико-химической биологии изучались в 16,4% статей, общей биологии – в 5%, клинической медицины – в 38,2%, профилактической медицины – в 22,1%, медико-биологических наук – в 8,7%, психологических наук – в 6,3% статей.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, радиобиология, ликвидация последствий аварии, ликвидатор, радиоактивно загрязненная территория, Российский индекс научного цитирования, науковедение, научная статья, наукометрический показатель.

### Введение

Наиболее оперативно научная информация отражается в научных статьях. Научная статья – законченное авторское произведение, описывающее результаты оригинального научного исследования (экспериментальная статья) или посвященная рассмотрению ранее опубликованных научных статей, связанных общей темой (обзорная статья). Достаточно часто в научной статье сочетаются оба типа научных текстов, включая обзорную и оригинальную части.

Ежегодно в мире 75 тыс. научных журналов издают 11,2 млн статей. В последние годы в России 4500 научных журналов публикуют 500 тыс. научных статей. Среднестатистический иностранный исследователь ежегодно публикует по 1,5–2,0 научные статьи, отечественный – 1,7 статьи. Журнальные статьи, как наиболее массовый вид публикаций, представляют особый интерес для анализа масштабов, структуры и источников развития научных исследований.

В середине 1950-х годов американский ученый Ю. Гарфилд высказал идею о том, что на основе анализа списка литературы в журналь-

ных статьях можно проводить оценку качества исследований и результативность участников научной деятельности [15]. С его работ начался этап библиометрического исследования науки в созданном им в 1961 г. Институте научной информации (Institute for Scientific Information, ISI, г. Филадельфия, США).

Область науковедения, которая изучает статистические исследования структуры и динамики информационных документов, называется наукометрией. Использование математических и статистических методов для анализа документальных потоков относится уже к библиометрии как исследовательскому методу наукометрической практики [1, 13].

Наиболее распространенным показателем оценки значимости научных публикаций является подсчет цитирований (библиографических ссылок) – упоминаний статьи «А» в списке литературы или в постраничной библиографической ссылке статьи «Б». Если в тексте одной статьи другая публикация упоминается несколько раз, это считается одним цитированием. Доля всех ссылок (за определенный промежуток времени) автора (журнала, организации) на самого себя называется

✉ Евдокимов Владимир Иванович – д-р мед. наук проф., Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: 9334616@mail.ru.

самоцитированием. В научном сообществе допускается не более 15–25% самоцитируемых ссылок. Повышенный уровень самоцитирований наблюдается у авторов из США и Китая. Некоторые аспекты теории цитирований и подробные классификации видов цитирований приведены в публикации [3].

Старение информации – несоответствие ее формы и содержания нуждам и полезности потребителей – обуславливается объективными и субъективными причинами. Старение информации определяет не время, а появление новых более полных и достоверных сведений. Если содержание информации отражает естественные законы, то оно может не изменяться достаточно долго. По аналогии с периодом полураспада радиоактивных веществ библиотечарь Р.Бартон и физик Р.Кеблер из США ввели понятие «полупериод жизни научных статей» – время, в течение которого была опубликована половина всей используемой литературы по определенной отрасли науки или предмету исследований.

Индекс Хирша учитывает количество публикаций и их влияние на научное сообщество, отражает количественную характеристику продуктивности ученого (учреждения, журнала) за весь период научной деятельности. Если у автора индекс Хирша равен 7, значит, у него есть 7 статей, которые имеют 7 цитирований и более, а остальные статьи имеют 6 цитирований и менее [16].

Кроме перечисленных показателей, существуют и другие, которые постоянно совершенствуются. Модификации индексов позволяют объективизировать процесс оценивания, в том числе, снижать уровень накруток цитирований при сговоре недобросовестных авторов и издателей. Подробные классификации видов цитирований и некоторые аспекты теории цитирований приведены в публикациях [1, 7, 12].

В настоящее время наиболее известными политематическими реферативно-библиографическими базами (БД), которые рассчитывают наукометрические показатели статей в мире, являются Web of Science Core Collection (WoS CC) и Scopus. Установлено, что БД Scopus содержит на 20% больше реферативной информации, чем WoS CC [14]. WoS CC обрабатывает 12,5 тыс. журналов и индексирует около 1,98 млн статей, Scopus – 21,5 тыс. журналов и 2,18 млн статей. Например, на 12.02.2015 г. БД WoS CC содержала 8793 публикации, изданных в 1986–2015 гг. и связанных с аварией на Чернобыльской

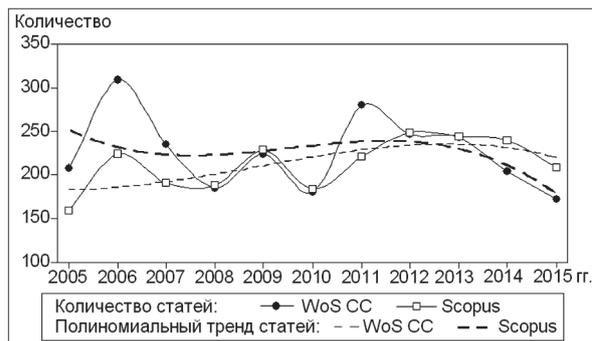


Рис. 1. Динамика количества статей мира по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в БД WoS CC и Scopus.

АЭС (ЧАЭС), Scopus – 9875 документов, или больше на 12,3%.

Поисковые условия в БД Scopus [ключевое слово «Chernobyl», годы (2005–2015), тип публикации (Article or Review) и режим поиска (Article Title, Abstract, Keywords)] позволили найти 2485 откликов, в том числе на 2168 статей и 317 обзоров, в WoS CC 2334, 2186 и 148 соответственно. Ежегодно в Scopus индексировались (226±13) статей, в WoS CC – (212±9). Динамика количества статей и обзоров (далее – статей) представлена на рис. 1. На линиях динамики статей БД WoS CC и Scopus отмечаются увеличения количества публикаций в 2006 и 2011 г., что может быть связано с печальными датами 20- и 25-летием аварии на ЧАЭС. Конгруэнтность кривых статистически недостоверная ( $r = 0,44$ ;  $p > 0,05$ ). Полиномиальные тренды при низких коэффициентах детерминации приближаются к горизонтальной прямой линии.

В табл. 1 сведены 10 стран, опубликовавших наибольшее количество статей в мире в 2005–2015 гг. по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Доля указанных стран в мировой массив статей по БД WoS CC составляет 98,8%, Scopus – 83,5%. Отмечается недоста-

Таблица 1

Страны, опубликовавшие наибольшее количество статей в мире по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в 2005–2015 гг., n (%)

Страна	Мировая БД	
	WoS CC	Scopus
США	494 (21,2)	424 (17,1)
Россия	284 (12,2)	308 (12,4)
Украина	268 (11,5)	361 (14,5)
Франция	256 (11,0)	210 (8,5)
Япония	278 (11,9)	154 (6,2)
Великобритания	207 (8,9)	171 (6,9)
Германия	203 (8,7)	192 (7,7)
Беларусь	123 (5,3)	133 (5,4)
Италия	99 (4,2)	77 (3,1)
Польша	93 (4,0)	45 (1,8)

точный вклад российских ученых в подготовку статей. Например, российские и украинские авторы издали практически одинаковое число статей при несоизмеримых показателях в количестве исследователей и выделяемых материальных ресурсов на научные исследования и разработки.

Низкая интеграция российских ученых в мировое научное содружество и недостаточная их публикационная активность в зарубежных изданиях (в мировых БД с Россией аффилируется не более 3% статей, что составляет около 10% отечественных публикаций [5, 11]) обусловили необходимость разработки национальной реферативно-библиографической БД.

Выиграв конкурс Минобрнауки России, сотрудники Научной электронной библиотеки (НЭБ) начали формировать электронный массив сведений об отечественных публикациях. Помимо библиографических данных (авторы, название, сведения об организации, издательстве и выходные данные), представляются рефераты, ключевые слова публикаций и списки используемой литературы. Созданный массив журнальных статей составляет основу для расчета Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Наиболее полно сведения об отечественных публикациях представлены с 2005 г. В настоящее время РИНЦ включает сведения (<http://www.elibrary.ru>):

- по более 4500 российским научным журналам (5 млн публикаций за 2005–2015 гг.), в том числе доступ к полным текстам статей имеется у около 3500 журналов, из них 2800 журналов представляют доступ бесплатно;
- по 11 000 российским образовательным организациям и научным учреждениям;
- по более 600 тыс. российским авторам.

По нашему мнению, включение монографий, диссертаций, сборников работ, материалов конференций, патентов и других документов в РИНЦ вносит некоторую путаницу при проведении наукометрического анализа отраслей науки. Если статьи из научных журналов по перечню ВАК Минобрнауки России в обязательном порядке должны быть проиндексированы в РИНЦ, то таких правил нет для книжных изданий. В этом случае повышение инновационного статуса отрасли знания или организации во многом может зависеть от доброй воли при направлении в НЭБ монографий, материалов конференций, сборников работ, диссертаций и других публикаций. В международной практике при учете публи-

каций и цитирований в основном используют журнальные статьи.

Увеличение документального потока по проблемам ликвидации последствий аварии на ЧАЭС обусловило необходимость создания справочно-библиографических пособий и наукометрических публикаций. Несмотря на достаточно значительный поток опубликованных документов по причинам возникновения и ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, работ по их анализу мало [2, 7, 9].

*Цель исследования* – провести наукометрический анализ журнальных статей по медико-биологическим и психологическим проблемам ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС.

### Материал и методы

Объект исследования составила БД НЭБ (<http://elibrary.ru/>), предмет исследования – журнальные научные статьи, опубликованные на русском языке в 2005–2015 гг. На рис. 2 изображена схема поиска в БД НЭБ. Активировав опцию «Поисковые запросы» (см. рис. 2, п. 1), переходили на страницу поисковой формы. Использовали поисковый запрос (см. рис. 2, п. 2): поисковые слова (Чернобыль ОР ЧАЭС), режим (статья в журналах; искать в названии публикации, ключевых словах и аннотации), годы (2005–2015).

Поисковые слова соединяли при помощи операторов. Поисковый оператор ИЛИ (OR) позволяет находить в искомым документах перечисленные условия отдельно или вместе, тем самым расширяет режим поисковых откликов, оператор И (AND) – группирует документы, которые в обязательном порядке должны содержать указанные условия, оператор НЕ (NOT) – исключает документы, которые будут содержать условия поиска, указанные после оператора. Сокращать поисковые слова можно, используя подстановочные символы, например, ? – позволяет проставить одиночный символ (ликвидатор? – ликвидатор, ликвидаторы), \* – неограниченное число символов – (пожар\* – пожары, пожаровзрывобезопасность), # – обязательный(е) символ(ы) (пожар# – пожарный, но не пожар).

Поисковый запрос позволил найти в БД НЭБ 925 откликов на статьи. На странице результатов поискового запроса найденные статьи можно было просматривать опциями по 20 (см. рис. 2, п. 3). Если статья содержит «иконку» с зеленым цветом, возможен просмотр полного текста статьи в формате PDF (см. рис. 2, п. 4). В окне «Возможные дей-

**ПОИСКОВАЯ ФОРМА**

Что искать: Чернобыль OR ЧАЭС (2)

Где искать:
 

- в названии публикации
- в аннотации
- в ключевых словах

Тип публикации:
 

- статьи в журналах
- книги

Годы публикации: 2005 - 2015

**Возможные действия**

Черноб+ЧАЭС\_Мед-биол\_2005-

5 Добавить все страницы с результатами поиска в указанную выше подборку

7 Анализ публикаций в данной подборке

Расширенный поиск публикаций в данной подборке

---

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКОВОГО ЗАПРОСА**

**ВСЕГО НАЙДЕНО ПУБЛИКАЦИЙ: 924 из 22208419**

№	Публикация	Цит.
171	<b>СРЕДНИЕ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ЖИТЕЛЕЙ ЮГА УКРАИНЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ АВАРИЕЙ НА ЧАЭС</b> Григорьева Л.И. Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2011. Т. 20. № 3. С. 69-82.	0

4

---

**АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ В ПОДБОРКЕ**

Подборка: **ЧЕРНОБЫЛЬ+ЧАЭС\_2005-2015**

Общие показатели:

Общее число публикаций	804
Число авторов	1855
Среднее число публикаций в расчете на одного автора	0,43

8

Статистические отчеты:

- Распределение публикаций из подборки по тематике
- Распределение публикаций из подборки по журналам
- Распределение публикаций из подборки по организациям

---

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ТЕМАТИЧЕСКИМ РУБРИКАМ**  
публикации из подборки "Чернобыль+ЧАЭС\_2005-2015"

№	Тематическая рубрика	Статей
1	Медицина и здравоохранение	386
2	Биология	144
3	Сельское и лесное хозяйство	43
4	Ядерная техника	33
5	Охрана окружающей среды. Экология человека	21
6	Общие и комплексные проблемы технических и прикладных наук и отраслей народного хозяйства	18

9

6

Начальная страница

Поисковые запросы

1 Тематический рубрикатор

Каталог журналов

Подборки публикаций

Подборки журналов

Авторский указатель

eLIBRARY.RU - Добавление публ

Укажите название для подборки публикаций

Создать Отмена

Рис. 2. Схема поиска статей по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.

ствия» создавали подборку статей и помещали туда весь найденный массив публикаций (см. рис. 2, п. 5). Переходили в созданную подборку (см. рис. 2, п. 6). Просмотр статей здесь осуществляется опциями по 100. Исключив ссылки на реферативные журналы (библиографические записи указанных там статей представлены самостоятельно), публикации информационного характера (объявления о научных мероприятиях, рецензиях, юбилеях и пр.), получили массив, состоящий из 804 журнальных статей, в которых содержались причины возникновения, аспекты развития аварии на ЧАЭС и проблемы ликвидации ее последствий.

При помощи активирования гистограммы «цветная елочка» (см. рис. 2, п. 7) переходили на страницу анализа публикаций в подборке

(см. рис. 2, п. 8). На странице представлена таблица общих показателей подборки (число статей, авторов, цитирований, среднее число цитирований в расчете на 1 статью, индекс Хирша и пр.) и статистические отчеты (см. рис. 2, п. 9) в виде графиков во всплывающих окнах. На схеме «Распределение по тематическим рубрикам» активировали тематические рубрики «Медицина и здравоохранение», «Биология» и «Психология» во всплывающем окне (см. рис. 2, п. 10), а выведенные статьи помещали в новую подборку статей. Таким образом, был создан массив публикаций по медико-биологическим и психологическим проблемам ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС и населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях (РЗТ), содержащий 515 научных статей. Эти

статьи составили 64,1 % публикаций от общего массива статей.

Полный текст имели 75,3% статей, в том числе были доступны пользователю библиотеки бесплатно 52,9%. Поиск в найденном массиве статей по ключевым словам: «ликвидатор ОР (участник ликвидации)» позволил найти 261 отклик, т. е. медико-биологические и психологические проблемы ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС содержали 50,2% статей. Подробный алгоритм информационного поиска и анализа массивов статей в РИНЦ и Scopus содержится в публикации [7].

Обобщенный инновационный показатель (ОИП) подборки статей в журнале (организации) оценивали по формуле:

$$\text{ОИП} = y = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4), \quad (1)$$

где  $y$  = ОИП;

$x_1$  – количество статей, приходящихся на 1 автора;

$x_2$  – количество нормализованных цитирований, приходящихся на 1 статью;

$x_3$  – количество нормализованных цитирований, приходящихся на 1 автора;

$x_4$  – доля статей, процитированных хотя бы 1 раз.

Нормализованное количество цитирований вычисляли следующим образом: из общего числа цитирований вычитали число самоцитирований, которое превышает допустимый уровень, принятый за 20%. В проанализированных массивах статей допустимый уровень самоцитирований превышался незначительно, поэтому количество цитирований публикаций не нормализовали. При определении ОИП организации показатель, полученный по формуле (1), умножали на коэффициент, который отражал долю авторов учреждения, участвовавших в подготовке статей.

Статистический анализ результатов проведен с использованием программ Microsoft Excel 2010 для Windows. Количественную динамику и прогнозирование показателей проводили при помощи анализа динамических рядов, для чего использовали полиномиальный тренд третьего порядка.

### Результаты и их анализ

На рис. 3 представлена динамика 515 статей, вошедших в массив по медико-биологическим и психологическим проблемам ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС и населения, проживающего на РЗТ (далее – массив статей). Кривая динамики имеет два



Рис. 3. Динамика статей по медико-биологическим и психологическим проблемам ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в РИНЦ.

подъема в 2006 г. и 2011 г. (печальные юбилеи 20- и 25-летие возникновения аварии на ЧАЭС соответственно). Полиномиальный тренд при низком коэффициенте детерминации ( $R^2 = 0,53$ ) напоминает пологую инвертируемую U-кривую с максимальными показателями в 2010–2011 гг. Конгруэнтность динамики количества статей найденного массива и БД WoS CC и Scopus низкая ( $rr = 0,36$  и  $0,34$ ;  $p > 0,05$ ). Ежегодно публиковались по  $(47 \pm 5)$  статей. Российских статей было 83,8%, украинских – 8,6%, белорусских – 6,6%, других государств бывшего СССР – 1%.

На рис. 4 изображена структура массивов статей по тематике Государственного рубрикатора научной и технической информации (ГРНТИ). Как и следовало ожидать, максимальное количество статей соотносилось с рубриками 76.00.00 «Медицина и здравоохранение» (69%) и 34.00.00 «Биология» (21%) ГРНТИ. Необычно мало оказалось статей по социально-психологическим проблемам, что обусловило необходимость более внимательного просмотра содержания каждой статьи.

Общие наукометрические показатели массивов статей сгруппированы в табл. 2. Отме-

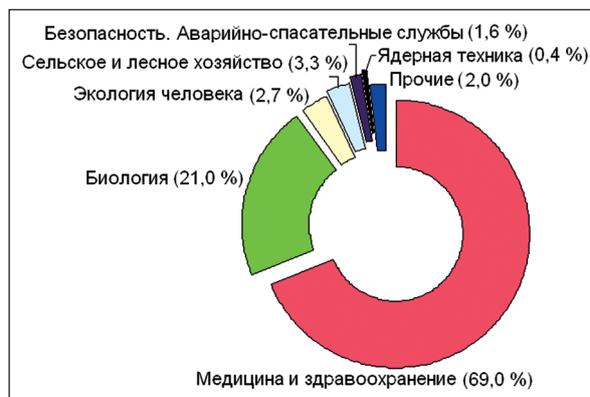


Рис. 4. Структура статей по медико-биологическим и психологическим проблемам ликвидации последствий аварии на ЧАЭС по рубрикам ГРНТИ.

**Таблица 2**

Общие наукометрические показатели массива статей

Показатель	Количество
Общее число публикаций	515
Общее число соавторов	1672
Число публикаций в расчете на 1 автора	0,31
Суммарное число цитирований публикаций	723
Число цитирований в расчете на 1 статью	1,40
Число цитирований в расчете на 1 соавтора	0,45
Число статей, процитированных хотя бы 1 раз, n (%)	196 (38,1)
Число самоцитирований, n (%)	141 (19,5)
Индекс Хирша	11

чается низкий инновационный вклад авторов в подготовку статей. В среднем на 1 автора приходилось около  $\frac{1}{3}$  статьи. Среднее число цитирований в расчете на 1 статью созданного массива – 1,4. Создается впечатление, что каждая статья была процитирована более 1 раза. Однако расчет показывает, что цитировались хотя бы 1 раз только 38% статей,

или каждая третья статья (см. табл. 2). Выявлен довольно приемлемый уровень самоцитирований. Наукометрические показатели массива статей будут основополагающими при определении ведущих авторов, журналов и организаций.

В общей сложности статьи анализируемого массива были изданы в 178 журналах. В табл. 3 представлены наукометрические показатели 7 журналов. Журналы расположены по количеству изданных статей. Рассчитан ОИП подборок статей. Следует указать на определенную относительность показателей, так как анализировались небольшое количество статей. По 12 статей были опубликованы в журнале «Український радіологічний журнал» (Институт медицинской радиологии им. С. П. Григорьева, г. Харьков, Республика Украина) и журнале «Проблемы здоровья и экологии» (Гомельский государственный медицинский университет, Республика Беларусь). Указанные иностранные журналы не имели

**Таблица 3**

Наукометрические показатели массивов статей ведущих журналов

Журнал (издатель)	Число публикаций	Число соавторов	Число публикаций на 1 автора	Число цитирований	Число цитирований на 1 статью	Число цитирований на 1 автора	Процент статей, процитированных хотя бы 1 раз	Процент самоцитирований	Индекс Хирша	ОИП (ранг)
Медицинская радиология и радиационная безопасность (Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна, Москва)	52	127	0,41	95	1,83	0,75	67,3	14,7	5	3,66 (3-й)
Радиационная биология. Радиоэкология (Издательство «Наука» РАН, до 1992 г. – Радиобиология, Москва)	45	264	0,17	268	5,96	1,02	86,7	6,7	9	8,02 (1-й)
Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра) (Национальный медицинский исследовательский радиологический центр, г. Обнинск)	37	131	0,28	43	1,16	0,33	51,4	18,6	3	2,28 (5-й)
Радиационная гигиена (Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева)	23	74	0,31	18	0,78	0,24	30,4	22,2	3	1,63 (6-й)
Медико-биологические проблемы жизнедеятельности (Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека, г. Гомель, Республика Беларусь)	22	71	0,31	6	0,27	0,08	22,7	16,7	1	0,89 (7-й)
Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях (Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова, МЧС России, Санкт-Петербург)	22	65	0,34	30	1,36	0,46	50,0	13,3	3	2,66 (4-й)
Сибирский вестник психиатрии и наркологии (Научно-исследовательский институт психического здоровья, г. Томск)	15	36	0,42	66	4,40	1,83	93,3	15,2	5	7,58 (2-й)

Таблица 4

Наукометрические показатели массивов статей ведущих организаций

Организация (город)	Число публикаций	Число соавторов	Число публикаций на 1 автора	Число цитирований	Число цитирований на 1 статью	Число цитирований на 1 автора	Процент статей, процитированных хотя бы 1 раз	Процент самоцитирований	Индекс Хирша	ОИП с учетом вклада авторов организации (ранг)
Национальный медицинский исследовательский радиологический центр (г. Обнинск)	55	274	0,20	157	2,85	0,57	74,5	10,2	6	3,54 (2-й)
Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна (Москва)	41	107	0,38	65	1,59	0,61	48,8	16,9	5	2,86 (3-й)
Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург)	20	61	0,33	21	1,05	0,34	35,0	4,8	3	1,90 (8-й)
Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии (г. Обнинск)	16	60	0,27	20	1,25	0,33	37,5	20,0	3	2,04 (6-й)
Научно-исследовательский институт психического здоровья (г. Томск)	16	41	0,39	88	5,50	2,15	93,8	14,8	6	6,57 (1-й)
Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека (г. Гомель, Республика Беларусь)	13	37	0,35	12	0,92	0,32	38,5	16,7	2	1,66 (9-й)
Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева	12	43	0,28	14	1,17	0,33	50,0	21,4	2	2,01 (7-й)
Институт иммунологии (Москва)	10	69	0,14	21	2,10	0,30	58,3	9,5	2	2,76 (5-й)
Федеральный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В. П. Сербского (Москва)	10	34	0,29	16	1,60	0,47	60,0	0,0	2	2,78 (4-й)

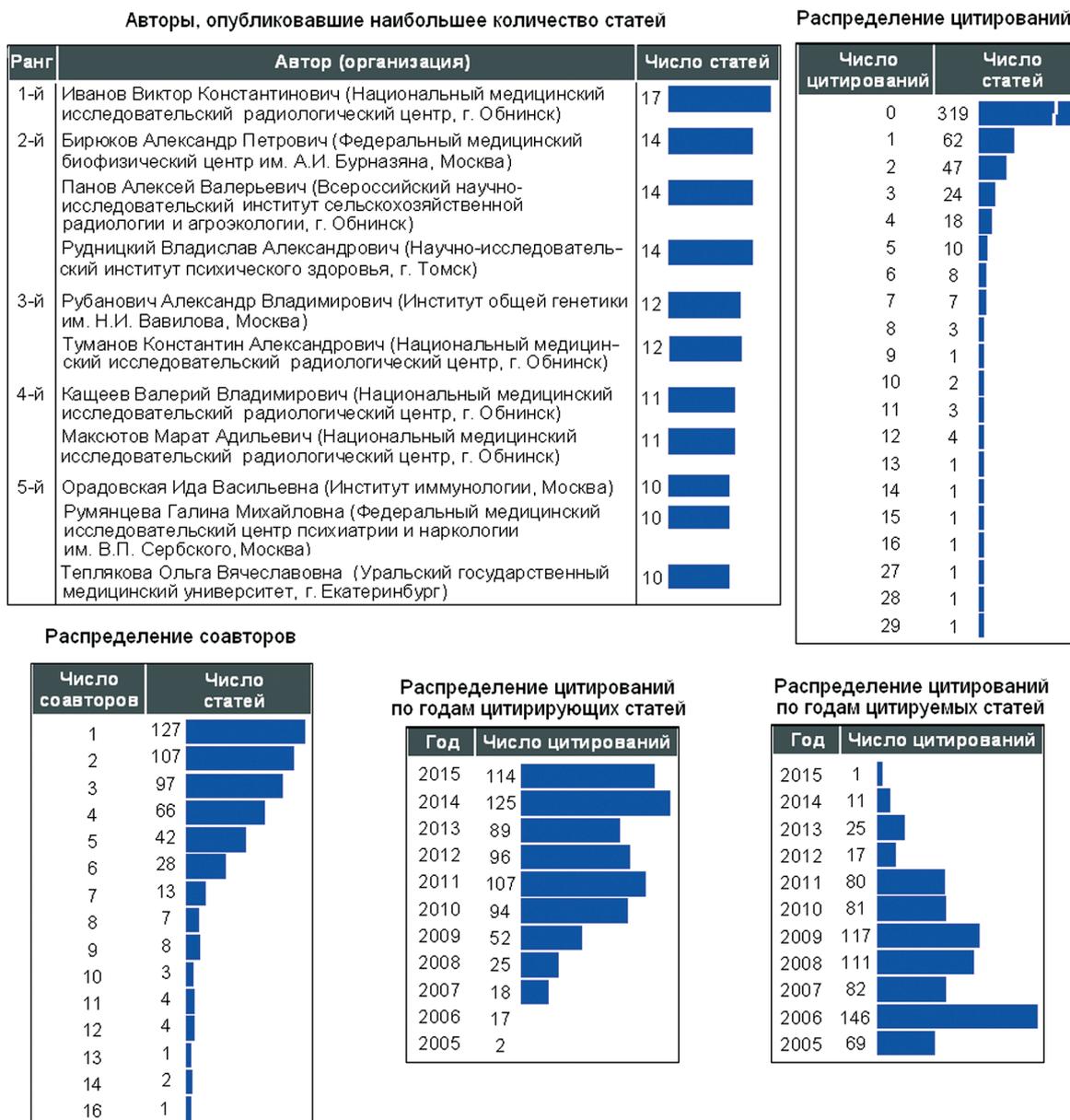
цитирований в РИНЦ и поэтому не представлены в таблице. Наибольший ОИП имел созданный массив статей журналов «Радиационная биология. Радиоэкология» (1-й ранг), «Сибирский вестник психиатрии и наркологии» (2-й ранг) и «Медицинская радиология и радиационная безопасность» (3-й ранг).

Статьи созданного массива были аффилированы с 124 организациями. В табл. 4 представлены наукометрические показатели 9 организаций, авторы которых опубликовали наибольшее количество статей. Как и в предыдущих расчетах (см. табл. 3), анализируются наукометрические показатели организаций с небольшим количеством статей. Организации расположены по количеству изданных статей. Рассчитан ОИП с учетом вклада авторов – сотрудников организаций, который оказался высоким и составил от 73 до 94%. 13 статей были аффилированы с Луганским государственным медицинским университетом (Республика Украина). Они не имели цитирований в РИНЦ и поэтому не

анализировались. Наибольшие показатели ОИП имели массивы статей Научно-исследовательского института психического здоровья (1-й ранг), Национального медицинского исследовательского радиологического центра (2-й ранг) и Федерального медицинского биофизического центра им. А. И. Бурназяна (3-й ранг).

В общей сложности массив из 515 статей был подготовлен 428 авторами. Некоторые из них были соавторами нескольких статей, поэтому количество авторов, заявленных в табл. 2, оказалось в почти в 4 раза больше. На рис. 5 представлены авторы, опубликовавшие наибольшее количество статей. В среднем ведущие авторы ежегодно публиковали по 1–1½ статьи, что вполне соотносится с публикационной активностью исследователей в мире. 4 автора представляли Национальный медицинский исследовательский радиологический центр.

7,6% статей имели 1 автора. Авторский коллектив, состоящий из 2–3 авторов, был



**Рис. 5.** Распределение статей по количеству авторов и цитирований.

в 30,2%, 4–5 авторов – в 2,8,3%, 6 авторов и более – в 33,9% статей (см. рис. 5). Только 37,8% статей содержали оптимальный авторский коллектив – 1–3 автора. Уместно заметить, что создание неоправданно больших авторских коллективов снижает инновационный вклад авторов и ОИП журналов и организаций. На основании ст. 1228 IV раздела Гражданского кодекса России [4], автором результата интеллектуальной деятельности признается гражданин, творческим трудом которого создан такой результат. Не признаются авторами результата интеллектуальной деятельности граждане, не внесшие личного творческого вклада в создание такого результата, в том

числе оказавшие его автору только техническое, консультационное, организационное или материальное содействие, или помощь, либо только способствовавшие оформлению прав на такой результат, или его использованию, а также граждане, осуществлявшие контроль за выполнением соответствующих работ.

Максимальное количество цитирований статей в массиве имели 3 статьи (27, 28 и 29 цитирований). 11 статей получили 11 цитирований и более, т.е. индекс Хирша равнялся 11. Индекс Хирша в массиве статей стал бы 12, если еще 1 статья с 11 цитированиями (таких статей в анализированном массиве было 14) получит 12-е цитирование (см. табл. 2). Само

собой разумеется, что значительное количество цитирований было сделано в статьях последних лет (см. рис. 5). Распределение цитирований по годам цитируемых статей показало, что медиана хронологии цитирования анализируемого массива составила около 6 лет (см. рис. 5).

Объектом исследования в 50,2% статей были ликвидаторы последствий аварии на ЧАЭС, в 13,6% – дети и подростки,

в 12% – население, проживающее на РЗТ. Содержание статей сведено в обобщенные рубрики (табл. 5). Как правило, в статьях изучались аспекты нескольких рубрик, поэтому суммарно количество соотнесенных рубрик было больше, чем статей. Именно этот показатель использовался при расчете структуры областей исследований.

На рис. 6 представлена динамика вклада обобщенных областей исследований в об-

**Таблица 5**

Области исследования анализируемого массива статей

Показатель	%
<b>Физико-химическая биология</b>	
Радиобиология (диагностика и развитие острой лучевой болезни, динамика эффективных доз облучения ликвидаторов и населения, величина и структура доз облучения в зависимости от этапа ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, модификация действующих методик реконструкции доз внутреннего облучения, радиационно-гигиенический мониторинг и пр.)	6,8
Радиоэкология (эффективность защитных мероприятий в сфере сельского хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях, оценка снижения активности радионуклидов в почве и водоемах, экологического состояния биоценозов в зоне отчуждения, комплексный экосистемный анализ техногенных изменений состава среды регионов и пр.)	7,9
Биохимия	1,7
<b>Общая биология</b>	
Генетические нарушения, полиморфизм генов, цитогенез, хромосомные aberrации	3,0
Антропология (анализ биологического возраста и причин ускорения преждевременного старения, морфологические изменения клеток и пр.)	2,0
<b>Клиническая медицина</b>	
Новообразования (II класс МКБ-10), риски возникновения рака молочной и щитовидной железы	5,2
Болезни крови и кроветворных органов (III класс МКБ-10)	1,6
Болезни эндокринной системы и нарушения обмена веществ (IV класс МКБ-10)	5,3
Психические болезни и расстройства поведения (V класс МКБ-10)	3,9
Нервные болезни (VI класс МКБ-10)	2,8
Болезни глаз и ЛОР-органов (VII и VIII классы МКБ-10)	1,1
Болезни системы кровообращения (IX класс МКБ-10)	5,0
Болезни органов дыхания (X класс МКБ-10)	1,1
Болезни органов пищеварения (XI класс МКБ-10)	1,4
Болезни кожи и костно-мышечной системы (XII и XIII классы МКБ-10)	2,3
Соматический, клинико-лабораторный и функциональный статус детей, характеристика облучения внутриутробного и в раннем детском возрасте, конституциональные особенности детей ликвидаторов последствий аварии, заболеваемость детей	8,5
<b>Профилактическая медицина</b>	
Организация здравоохранения, учет и анализ заболеваемости, инвалидности и смертности, лонгитудные исследования, оказание медицинской помощи, диспансеризация, реабилитация, санаторно-курортное лечение, взаимодействие лечебно-профилактических учреждений с территориальными органами управления	14,6
Исследование населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях. Сравнение расчетных оценок индивидуальных доз внутреннего облучения с данными, полученными на основе счетчиков излучения человека (СИЧ-измерений) широких популяционных групп населения, восприятие экологической опасности, источники ошибок интерпретации демографического развития населения, информационно-психологическая защита, адресная реабилитация	7,5
<b>Медико-биологические науки</b>	
Диагностика и анализ лабораторных клинических данных, оценка регуляции метаболизма и циркадных ритмов уровня некоторых биологических показателей, особенности клинико-иммунологического статуса и пр.	8,7
<b>Психологические науки</b>	
Клиническая и социальная психология, психофизиологический статус, нейропсихология, посттравматическое стрессовое расстройство, психическое здоровье и пр.	6,3
Прочие проблемы	3,3
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>

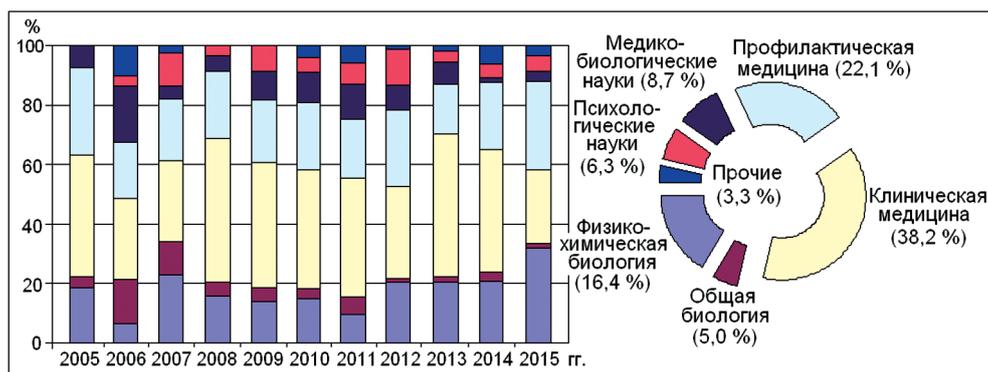


Рис. 6. Динамика вклада обобщенных направлений исследований в общую структуру статей.

щую структуру статей. Проблемы физико-химической биологии (радиобиология, радиоэкология, биохимия) изучались в 16,4% статей, общей биологии (генетика, антропология) – в 5%, клинической медицины – в 38,2%, профилактической медицины – в 22,1%, медико-биологических наук – в 8,7%, психологических наук – в 6,3% статей. Наиболее значимыми объектами исследований в сфере клинической медицины стали болезни эндокринной системы и нарушения обмена веществ (5,3% статей), новообразования (5,2%), болезни системы кровообращения (5%), психические болезни и расстройства поведения (3,9%).

### Заключение

Информационный поиск позволил найти в электронной базе Российского индекса научного цитирования 515 научных статей, опубликованных на русском языке в 2005–2015 гг. по медико-биологическим и психологическим проблемам ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС и населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях. Ежегодно публиковались по (53 ± 6) статей. Полиномиальный тренд при невысоком коэффициенте детерминации напоминает инвертируемую U-кривую с максимальными показателями в 2009–2011 гг.

Среднее число цитирований в расчете на 1 статью было 1,4, процитированы хотя бы 1 раз 38,1% статей. Индекс Хирша массива статей составил 11. Распределение цитирований по годам цитируемых статей показало, что медиана хронологии цитирования составила около 6 лет.

Объектом исследования в 50,2% статей были ликвидаторы последствий аварии на ЧАЭС, в 13,6% – дети и подростки, в 12% – население, проживающее на радиоактивно загрязненных территориях. Проблемы физико-химической биологии изучались в 16,4%

статей, общей биологии – в 5%, клинической медицины – в 38,2%, профилактической медицины – в 22,1%, медико-биологических наук – в 8,7%, психологических наук – в 6,3% статей.

Электронная база данных Российского индекса научного цитирования открывает большие возможности исследователям. Полный текст имели 75% статей, в том числе были доступны пользователю библиотеки бесплатно 53%. Следует стремиться к открытому доступу публикаций о результатах научных исследований [10]. Наука интернациональна, и налогоплательщики должны знать, на какие исследования тратятся их деньги.

### Литература

1. Акоев М. А., Маркусова В. А., Москалева О. В., Писляков В. В. Руководство по наукометрии: индикаторы развития наук и технологии : [монография]. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та : Thomson Reuters, 2014. 249 с.
2. Артамонова Н. О., Горбань А. Є., Кулініч Г. В. [и др.]. Наукометричний аналіз засобів наукової комунікації з проблем медичних наслідків Чорнобильської аварії // Український радіологічний журн. 2014. Т. 22, № 3. С. 48–52.
3. Бредихин С. В., Кузнецов А. Ю., Щербакова Н. Г. Анализ цитирования в библиометрии / Ин-т вычислит. математики и математ. геофизики ; НЭИКОН. Новосибирск ; М., 2013. 344 с.
4. Гаврилов Э. П., Городов О. А., Гришаев С. П. [и др.]. Комментарий к Гражданскому кодексу Российской Федерации : часть четвертая (постатейный). М. : Проспект : ТК Велби, 2007. 782 с.
5. Гохберг Л. М., Сгиева Г. С. Российская наука: библиометрические индикаторы // Форсайт. 2007. Т. 1, № 1. С. 44–53.
6. Евдокимов В. И. Анализ авторефератов диссертации по проблемам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (1990–2010 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2011. № 2. С. 115–122.
7. Евдокимов В. И. Наукометрический анализ отечественных и зарубежных научных статей в сфере чрезвычайных ситуаций (2005–2014 гг.) :

монография / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника сервис, 2015. 110 с.

8. Котенко К.В., Бушманов А.Ю., Бирюков А.П. 25 лет после аварии на Чернобыльской АЭС: опыт науки и практики в материалах научно-практических конференций // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2011. Т. 56, № 3. С. 5–18.

9. Макеева Е.Н., Панич И.А., Дромашко С.Е., Лисовская Т.В. Чернобыльское междисциплинарное информационное поле (Беларусь, Россия, Украина) // Чернобыль дайджест 94–95: междисциплинар. бюл. информ. по пробл. Чернобыля / под общ. ред. А.Н. Картеля; Центр экол. политики России [и др.]. Минск, 1996. Вып. 4. С. 3–10.

10. Московкин В.М. Инициативы открытого доступа и проект Российской декларации об открытом доступе к научному знанию и культурному наследию // Научное издание международного уровня – 2015: современные тенденции в мировой практике редактирования, издания и оценка научных публикаций: материалы 4-й междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2015. С. 81–86 (<http://conf.neicon.ru/materials/15-Domestic0515/150527-07-Moskovkin.pdf>).

11. Российский инновационный индекс / под ред. Л.М. Гохберга; Нац. исслед. ун-т – Высш. шк. экономики (ВШЭ). М., 2011. 84 с.

12. Цыганов А.В. Краткое описание наукометрических показателей, основанных на цитируемости // Управление большими системами. 2013. Спец. вып. 44: Наукометрия и экспертиза в управлении наукой. С. 248–261.

13. De Price Solla D.J. A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes // J. of the American Society for information science. 1976. Vol. 27, N 5/6. P. 292–306.

14. Falagas M.E., Pitsouni E.I., Malietzis G.A., Pappas G. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and weaknesses // The FASEB J. 2007. Vol. 22, N 2. P. 338–342.

15. Garfield E. Citation indexes for science. A new dimension in documentation through association of ideas // Science. 1955. Vol. 122, N 3159. P. 108–111.

16. Hirsch J.E. An index to quantify an individual's scientific research output // Proceedings of the National Acad. of Sciences. 2005. Vol. 102, N 46. P. 16 569–16 572.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

## Development of research on medical, biological and psychological problems in liquidators of aftermath of the Chernobyl Nuclear Power Plant accident (2005–2015)

Evdokimov V.I.

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia  
(Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2)

✉ Vladimir Ivanovich Evdokimov – Dr. Med. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: 9334616@mail.ru.

**Abstract.** Information search in the electronic database of the Scientific Electronic Library gave an array of 515 scientific papers published in Russia in 2005–2015 on medical-biological and psychological problems of the liquidators of the Chernobyl accident aftermath and population of the contaminated areas. Annually,  $(53 \pm 6)$  articles were published. A polynomial trend at a low coefficient of determination looks like an inverted U-curve with the highest rates in 2009–2011. The main scientometric indices of the array of articles calculated in the Russian Science Citation Index are provided. The average number of citations per article was 1.4, 38.1% of the articles cited at least once, Hirsch index was 11. The distribution of citations by cited papers years showed that the median citation history was about 6 years. A scientometric analysis was performed on a selection of articles of leading magazines and organizations. In 50.2% of the articles, studies were devoted to the liquidators of the Chernobyl accident, in 13.6% – to children and adolescents, 12% to the population living in the radiation contaminated areas. Problems of physico-chemical biology were studied in 16.4%, general biology – in 5%, clinical medicine – 38.2%, preventive medicine – 22.1%, life sciences – 8.7%, psychological sciences – 6.3% of the articles.

**Keywords:** emergency situation, Chernobyl Nuclear Power Plant, radiobiology, clean-up of the accident aftermath, the liquidator, the radioactive contaminated territory, Russian Science Citation Index, science of science, scientific article, scientometric indicator.

### References

1. Akoev M.A., Markusova V.A., Moskaleva O.V., Pisyakov V.V. Rukovodstvo po naukometrii: indikatory razvitiya nauk i tekhnologii [Guide on scientometrics: Indicators of Science and Technology development]. Ekaterinburg. 2014. 249 p. (In Russ.)

2. Artamonova N.O., Gorban' A. Je., Kulinich G.V. [et al.]. Naukometrychnyj analiz zasobiv naukovoi' komunikacii' z problem medychnyh naslidkiv Chornobyl's'koi' avarii' [Scientometric analysis on scientific communications on medical consequences of the Chernobyl accident]. *Ukrai'ns'kyj radiologichnyj zhurnal* [Ukrainian journal of radiology]. 2014. Vol. 22, N3. Pp. 48–52. (In Ukrainian)

3. Bredikhin S.V., Kuznetsov A. Yu., Shcherbakova N.G. Analiz tsitirovaniya v bibliometrii [Analysis of citations in bibliometrics]. Novosibirsk : Moskva. 2013. 344 p. (In Russ.)

4. Gavrilov E. P., Gorodov O. A., Grishaev S. P. [et al.]. Kommentarii k Grazhdanskomu kodeksu Rossiiskoi Federatsii : chast' chetvertaya [Comments to the Civil Code of the Russian Federation: Part Four]. Moskva. 2007. 782 p. (In Russ.)
  5. Gokhberg L. M., Sgieva G. S. Rossiyskaya nauka: bibliometricheskie indikatory [Russian Science: Bibliometric Indicators]. *Forsait* [Foresight-Russia]. 2007. Vol. 1, N 1. Pp. 44–53. (In Russ.)
  6. Evdokimov V. I. An analysis of dissertation abstracts on issues of the Chernobyl aftermath clean-up (1990–2010). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situation]. 2011. N 2. P. 115–122. (In Russ.)
  7. Evdokimov V. I. Naukometricheskii analiz otechestvennykh i zarubezhnykh nauchnykh statei v sfere chrezvychaynykh situatsii (2005–2014 gg.) [Scientometric Analysis of domestic and foreign scientific papers in the field of emergency (2005–2014)]. Sankt-Peterburg. 2015. 110 p. (In Russ.)
  8. Kotenko K. V., Bushmanov A. Yu., Biryukov A. P. 25 let posle avarii na Chernobyl'skoi AES: opyt nauki i praktiki v materialakh nauchno-prakticheskikh konferentsii [25 years after the Chernobyl accident: the experience of science and practice in the materials of scientific conferences]. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'* [Medical radiology and radiation safety]. 2011. Vol. 56, N 3. Pp. 5–18. (In Russ.)
  9. Makeeva E. N., Panich I. A., Dromashko S. E., Lisovskaya T. V. Chernobyl'skoe mezhdistsiplinarnoe informatsionnoe pole (Belarus', Rossiya, Ukraina) [Chernobyl interdisciplinary information field (Belarus, Russia, Ukraine)]. *Chernobyl' daidzhest 94–95* [Chernobyl digest]. Minsk. 1996. Issue. 4. Pp. 3–10. (In Russ.)
  10. Moskovkin V. M. Initsiativy otkrytogo dostupa i proekt Rossiiskoi deklaratsii ob otkrytom dostupe k nauchnomu znaniyu i kul'turnomu naslediyu [Open Access Initiative and the project of the Russian Declaration on Open Access to scientific knowledge and cultural heritage]. *Nauchnoe izdanie mezhdunarodnogo urovnya – 2015: sovremennye tendentsii v mirovoi praktike redaktirovaniya, izdaniya i otsenka nauchnykh publikatsii* [Scientific edition of the international level – 2015: current trends in the world of editing, publication and evaluation of scientific publications]: Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2015. Pp. 81–86. (In Russ.)
  11. Rossiiskii innovatsionnyi indeks [Russian innovation index]. Ed. L. M. Gokhberg. Moskva. 2011. 84 p. (In Russ.)
  12. Tsyganov A. V. Kratkoe opisaniye naukometricheskikh pokazatelei, osnovannykh na tsitiruemosti [Brief description of scientometric indicators based on citation]. *Upravlenie bol'shimi sistemami* [Managing large systems]. 2013. Vol. 44: *Naukometriya i ekspertiza v upravlenii naukoj* [Scientometrics and expertise in the management of science]. Pp. 248–261. (In Russ.)
  13. De Price Solla D. J. A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes. *J. of the American Society for information science*. 1976. Vol. 27, N 5/6. Pp. 292–306.
  14. Falagas M. E., Pitsouni E. I., Malietzis G. A., Pappas G. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and weaknesses. *The FASEB J*. 2007. Vol. 22, N 2. Pp. 338–342.
  15. Garfield E. Citation indexes for science. A new dimension in documentation through association of ideas. *Science*. 1955. Vol. 122, N 3159. Pp. 108–111.
  16. Hirsch J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Acad. of Sciences*. 2005. Vol. 102, N 46. Pp. 16569–16572.
- Received 12.02.2016

**For citing.** Evdokimov V. I. Razvitiye issledovaniy po mediko-biologicheskim i psikhologicheskim problemam likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES (2005–2015 gg.). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 1. Pp. 108–119. (In Russ.)

Evdokimov V. I. Development of research on medical, biological and psychological problems in liquidators of aftermath of the Chernobyl Nuclear Power Plant accident (2005–2015). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 1. Pp. 108–119. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-1-108-119

1. Автор(ы) представляет(ют) распечатанный экземпляр статьи, подписанный на титульном листе всеми авторами с указанием даты, и электронную версию статьи на любых носителях (электронную версию можно направить по электронному адресу журнала). В сопроводительном письме следует указать фамилии, имена и отчества авторов полностью, их занимаемые должности, ученые звания и ученые степени, телефон, почтовый и электронный адрес, по которым заинтересованные читатели могут вести переписку. Статьи рассматриваются редакцией только после получения бумажного и электронного вариантов.

В состав электронной версии статьи должен входить файл, содержащий текст статьи (в формате Microsoft Word – любая версия, без переносов слов). Если в файл со статьей включены иллюстрации и таблицы, то необходимо дополнительно представить файлы с иллюстрациями и таблицами.

При посылке файлов по e-mail желательно придерживаться следующих правил:

- указывать в поле subject (тема) фамилию первого автора и дату представления статьи (например, egorov12.01.2007; egorov11.01.2007. Ris-1; egorov12.01. 2007\_Tabl);
- использовать вложение файлов;
- в случае больших файлов следует использовать общеизвестные архиваторы (ARJ, ZIP).

2. Оформление статьи должно соответствовать ГОСТу 7.89–2005 «Оригиналы текстовые авторские и издательские» и ГОСТу 7.0.7–2009 «Статьи в журналах и сборниках». Диагнозы заболеваний и формы расстройств поведения следует соотносить с МКБ-10. Единицы измерений приводятся по ГОСТу 8.471–2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин».

3. Текст статьи набирается шрифтом Arial 11, интервал полуторный. Поля с каждой стороны по 2 см. Объем передовых и обзорных статей не должен превышать 15 стр., экспериментальных и общетеоретических исследований – 10 стр. В этот объем входят текст, иллюстрации (фотографии, рисунки) – не более четырех, таблицы (не более трех) и литература.

4. Схема построения статьи:

а) инициалы и фамилии авторов, название статьи (обычным **строчным шрифтом**), учреждение и его адрес (указываются для каждого из авторов);

б) реферат, ключевые слова;

в) краткое введение;

г) методы (материалы и методы);

д) результаты и анализ исследований;

е) заключение (выводы);

ж) литература.

5. Реферат объемом не менее  $\frac{1}{3}$  стр., ключевые слова, сведения об авторах, переведенные на английский язык, дополнительно представляются на отдельном листе, англоязычные названия учреждений приводятся так, как они представлены в Уставе учреждения.

6. Литература должна содержать в алфавитном порядке, кроме основополагающих, публикации за последние 5–10 лет и соответствовать ГОСТу 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка...». В экспериментальных и общетеоретических статьях цитируются не более 10–15 документов.

Для книг (статей), независимо от количества авторов, библиографическое описание приводится с заголовка, который содержит, как правило, фамилии и инициалы всех авторов. Точка и тире в записи заменяются точкой.

Пальцев М.А. О биологической безопасности // Вестн. РАН. 2003. Т. 73, № 2. С. 99–103.

Гончаров С.Ф., Ушаков И.Б., Лядов К.В., Преображенский В.Н. Профессиональная и медицинская реабилитация спасателей. М. : ПАРИТЕТ ГРАФ, 1999. 320 с.

А.Ф. Цыб [и др.]. Разработка Всесоюзного регистра лиц, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на ЧАЭС // Мед. радиология. 1989. № 7. С. 3–6.

Обязательно следует приводить место издания (издательство, если оно имеется), год издания, общее количество страниц. Для отдельных глав, статей приводятся страницы начала и конца документа.

7. Требования к рисункам: допускаются только черно-белые рисунки, заливка элементов рисунка – косая, перекрестная, штриховая; формат файла – TIFF, любая программа, поддерживающая этот формат (Adobe PhotoShop, CorelDRAW и т. п.); разрешение – не менее 300 dpi; ширина рисунка – не более 150 мм, высота рисунка – не более 130 мм, легенда рисунка должна быть легко читаемой, шрифт не менее 8–9 пт.

Присланные статьи рецензируются членами редколлегии, редакционного совета и ведущими специалистами отрасли. При положительном отзыве статьи принимаются к печати. Рукописи авторам не возвращаются.

Плата за публикацию рукописей с аспирантов не взимается.