

МЕДИЦИНСКАЯ РАДИОЛОГИЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

2025. Том 70. № 2

ISSN 1024-6177 (Print)
ISSN 2618-9615 (Online)

Периодичность издания: шесть выпусков в год

Учредители:

Российская академия наук
Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральное медико-биологическое агентство России (ФМБА России)

Миссия журнала – публикация оригинальных научных статей по вопросам радиобиологии, радиационной медицины, радиационной безопасности, лучевой терапии, ядерной медицины, а также научных обзоров.
Цель журнала – освещение передовых достижений радиационной медицины, радиационной биологии, эпидемиологии, медицинской физики и техники.

Главный редактор: *Самойлов А.С.* – д.м.н., проф., член-корр. РАН;

Заместитель главного редактора: *Бушманов А.Ю.* – д.м.н., проф.;

Научный редактор: *Наркевич Б.Я.* – д.т.н., к.ф.-м.н., проф.

Редакционная коллегия https://medradiol.fmbafmbc.ru/edit_ru

Аветисов Г.М., д.б.н., проф., ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва;
Бойко А.В., д.м.н., проф., ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Москва;
Вайнсон А.А., д.б.н., проф., НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» МЗ РФ, Москва;
Коренков И.П., д.б.н., к.т.н., проф., ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва;
Котеров А.Н., д.б.н., ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва;
Крылов А.С., к.м.н., доцент, НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» МЗ РФ, Москва;
Marko S. Markov, Ph.D, проф., Международный исследовательский центр в Уильямсвилле, Нью-Йорк США;
Маткевич Е.И., к.м.н., ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва;
Нурлыбаев К.Н., к.т.н., ООО НПП «Доза», г. Зеленоград;
Романов В.В., ФМБА России, Москва;
Сневе М.К., PhD, Норвежское Управление по радиационной защите Департамента ядерной безопасности, Норвегия, Осло;
Ткачев С.И., д.м.н., проф., ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Москва;
Тюрин И.Е., д.м.н., проф., РМАПО, Москва;
Урингтон П., PhD, проф., Управление охраны здоровья и безопасности, в Управлении охраны окружающей среды, здоровья и безопасности США;
Фаунтес Б.Н., PhD, Министерство энергетики США, Управление внутренних и международных исследований в области здравоохранения, США;
Шандаля Н.К., д.м.н., ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва;
Шафиркин А.В., д.б.н., проф., ГНЦ РФ ИМБП РАН, Москва;
Шинкарев С.М., д.т.н., ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва.

Редакционный совет https://medradiol.fmbafmbc.ru/edit_ru

Александр С.С. – д.м.н., проф., Санкт-Петербург; Балонов М.И. – д.б.н., проф., Санкт-Петербург;
Гонзалес А.Х. – академик, представитель НКДАР ООН, член МАГАТЭ, Аргентина; Забелин М.В. – д.м.н., проф.;
Иванов В.К. – д.т.н., проф., член-корр. РАН, Обнинск; Казымбет П.К. – д.м.н., проф., Казахстан;
Оганесян Н.М. – д.м.н., проф., Армения; Пинак М. – член МАГАТЭ; Рожко А.В. – д.м.н., доцент, Белоруссия;
Саенко В.А. – д.б.н., ассоциированный проф., Япония

Журнал входит в Перечень ведущих российских рецензируемых научных журналов ВАК, индексируется в базе данных РИНЦ, RSCI, SCOPUS.
Осуществляется контроль заимствований и плагиата. Журнал придерживается политики открытого рецензирования.
Все выпуски журнала находятся в открытом доступе. Плата за публикации не взимается.

Электронная версия журнала: <https://medradiol.fmbafmbc.ru/vypuski-journal-ru>

Правила рецензирования: https://medradiol.fmbafmbc.ru/review_ru

Правила представления рукописей для опубликования в журнале: https://medradiol.fmbafmbc.ru/rules_ru

Компьютерная верстка и техническое редактирование Схерпениссе И.В.
Адрес редакции журнала: 123098, Москва, ул. Живописная, 46; Телефон: (499) 190-59-60; E-mail: rcdm@mail.ru
Сайт журнала: <http://medradiol.fmbafmbc.ru/>

Годовой подписной индекс Агентства «Роспечать» – 71814
Подписано в печать 19.03.2025. Формат 60×90/8 Печать офсетная. 16,25 печ. л. Тираж 1000 экз. Заказ № 2024
Отпечатано в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. 123098, Москва, ул. Живописная, 46

MEDICAL RADIOLOGY AND RADIATION SAFETY

Meditsinskaia Radiologiia i Rdiatsionnaia Bezopasnost

2025. Vol. 70. No 2

Frequency of publication: six issues per year

Founders:

Russian Academy of Sciences
Ministry of Healthcare of the Russian Federation
Federal Medical and Biological Agency of Russia (FMBA of Russia)

Mission of the journal is to publish original scientific articles on radiobiology, radiation medicine, radiation safety, radiotherapy, nuclear medicine, and scientific reviews.

Purpose of the journal is to highlight the advanced achievements of radiation medicine, radiation biology, epidemiology, medical physics and technology.

Editor-in-Chief: *Samoylov A.S.* – Dr. Sci. Med., Prof., Corresponding Member of RAS;

Deputy Editor-in-Chief: *Bushmanov A.Yu.* – Dr. Sci. Med., Prof.;

Deputy Editor-in-Chief for Science: *Narkevich B.Ya.* – Dr. Sci. Tech., PhD Phys-Math., Prof.

Editorial Board https://medradiol.fmbafmbc.ru/en/edit_en

Avetisov G.M., Dr. Sci. Biol., Prof., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center FMBA of Russia, Moscow, Russia;
Boiko A.V., Dr. Sci. Med., Prof., FSBI NMRRC of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia;
Vaynsen A.A., Dr. Sci. Biol., Prof., N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow, Russia;
Korenkov I.P., Dr. Sci. Biol., PhD Tech., Prof., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center FMBA of Russia, Moscow, Russia;
Koterov A.N., Dr. Sci. Biol., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center FMBA of Russia, Moscow, Russia;
Krylov A.S., PhD. Med, N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow, Russia;
Markov M.S., Prof., Research International, Williamsville, NY, USA;
Matkevich E.I., PhD. Med, A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center FMBA of Russia, Moscow, Russia;
Nurlybaev K.N., PhD. Tech, Scientific and Producing Company "Doza", Zelenograd, Russia;
Romanov V.V., Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia;
Sneve M.K., PhD, NRPA Department of Nuclear Safety, Emergency Preparedness and Environmental radioactivity, Oslo, Norway;
Tkachev S.I., Dr. Sci. Med., Prof., N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow, Russia;
Tiurin I.E., Dr. Sci. Med., Prof., FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Moscow, Russia;
Worthington P.R., PhD, Prof., Office of Environment, Health, Safety and Security (AU), USA;
Shandala N.K., Dr. Sci. Med., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center FMBA of Russia, Moscow, Russia;
Shafirkin A.V., Dr. Sci. Biol., Prof., Institute of Biomedical Problems (IBMP), Moscow, Russia;
Shinkarev S.M., Dr. Sci. Tech., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center FMBA of Russia, Moscow, Russia

Editorial Council https://medradiol.fmbafmbc.ru/en/edit_en

Aleksanin S.S. – Dr. Sci. Med., Prof.; **Balonov M.I.** – Dr. Sci. Biol., Prof.; **Gonzalez A.J.** – Academician, UNSCEAR Representative Member of the IAEA, Argentina; **Zabelin M.V.** – Dr. Sci. Med., Prof.; **Ivanov V.K.** – Dr. Sci. Tech., Prof., Chairman of the Russian Scientific Commission on Radiological Protection, Corresponding Member of RAS; **Kazymbet P.K.** – Dr. Sci. Med., Prof., Kazakhstan;
Oganesyan N.M. – Dr. Sci. Med., Prof., Armenia; **Pinak M.** – Member of the IAEA; **Rozhko A.V.** – Dr. Sci. Med., Associate Prof., Belarus;
Saenko V.A. – Dr. Sci. Biol., Associate Prof., Japan

The Journal is in the leading scientific journals of the Supreme Examination Board (VAK), RSCI and Scopus.
Control is carried out of borrowings and plagiarism. The journal adheres to the policy of open review.
All issues of the journal are in the public domain. Publication is free of charge.

Electronic version of the journal: <https://medradiol.fmbafmbc.ru/vypuski-jornal-ru>

Reviews of articles are presented on the NDЛ website: https://medradiol.fmbafmbc.ru/review_ru

Requirements: https://medradiol.fmbafmbc.ru/rules_ru

Computer-aided makeup: Skherpenisse I.V.

Editorial Office Address: 46, Zhivopisnaya st., Moscow, Russia, 123098. Phone: (499) 190-59-60. E-mail: rcdm@mail.ru

The journal website: <http://medradiol.fmbafmbc.ru/>

The annual subscription index Agency "Rospechat" – 71814

Signed to print 19.03.2025. Format 60×90/8. Offset printing. 16,25 printed sheets. 1000 copies. Order 2024

Printed by SRC-FMBC. 123098, Moscow, Zhivopisnaya st. 46

СОДЕРЖАНИЕ

РАДИАЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ	5	Тимохинон (компонент <i>Nigella/Sativa</i>) снижает токсичные эффекты при лучевой терапии и имеет антиканцерогенный потенциал <i>Абдуллаев С.А., Раева Н.Ф., Фомина Д.В., Калинин Т.П., Максимова Т.Н., Засухина Г.Д.</i>
	9	Миграция через узкие поры приводит к повышенной клоногенной активности и химиорезистентности контрольных и радиорезистентных клеток немелкоклеточного рака легкого человека <i>Малахов Ф.А., Пустовалова М.В., Александрова А.В., Контарева Е.Г., Смирнова А.В., Нофал З., Осипов А.Н., Леонов С.В.</i>
	16	Изменение копийности и экспрессии генов мтДНК в различных тканях мышей при локальном облучении головного мозга <i>Абдуллаев С.А., Фомина Д.В., Менухов В.О., Душенко М.В., Точиленко А.В., Калинин Т.П., Евдокимовский Э.В.</i>
	23	Низкая эффективность репарации ДНК в лимфоцитах периферической крови человека, облученных <i>ex vivo</i> нейтронами с энергией 14,1 МэВ <i>Зрилова Ю.А., Чигасова А.К., Игнатов М.А., Воробьева Н.Ю., Осипов А.А., Сабуров В.О., Казаков Е.И., Корякин С.Н., Федотов Ю.А., Бушманов А.Ю., Осипов А.Н.</i>
	27	Опухоль-супрессирующее и антиметастатическое влияние сверхэкспрессии miR-16-1-3p и miR-16-2-3p на радиорезистентные клетки A549 немелкоклеточного рака легкого <i>Малахов Ф.А., Максимов В.В., Пустовалова М.В., Смирнова А.В., Нофал З., Сабуров В., Осипов А.Н., Кузьмин Д.В., Леонов С.В.</i>
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	35	Синтезированные с помощью β -циклодекстрина наночастицы серебра и золота как радиосенсибилизаторы при лучевой терапии рака молочной железы <i>Пустовалова М.В., Некрасов В.Д., Андреев Е.В., Фадейкина И.Н., Леонов С.В., Нечаев А.Н., Осипов А.Н.</i>
	40	Формирование радоновой обстановки в зданиях образовательных учреждений г. Лермонтова <i>Микляев П.С., Петрова Т.Б., Сидякин П.А., Маренный А.М., Текеев Р.А., Цапалов А.А., Щитов Д.В., Цебро Д.Н., Мурзабеков М.А., Карл Л.Э., Гаврильев С.Г.</i>
	49	Алгоритмы действий экспертной группы аварийного медицинского радиационного дозиметрического центра при различных сценариях радиационных аварий <i>Молоканов А.А., Грачев М.И., Саленко Ю.А., Фролов Г.П., Цовьянов А.Г., Теснов И.К., Барчуков В.В.</i>
РАДИАЦИОННАЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЯ	57	Риски в системе «человек-производственная среда»: концептуальная модель, концепция оценки и управления <i>Бобров А.Ф., Проскурякова Н.Л., Фортунатова Л.И.</i>
	63	Заболеваемость профессиональными болезнями работников предприятий и организаций атомной промышленности России <i>Самойлов А.С., Бушманов А.Ю., Туков А.Р., Зиятдинов М.Н., Калинина М.Ю., Михайленко А.М., Калинина М.В., Кретов А.С., Арчегова М.Г.</i>
	71	Характеристика урановой когорты персонала радиохимического производства Сибирского химического комбината <i>Калинкин Д.Е., Мильто И.В., Смазгий Л.В., Горина Г.В., Литвинова О.В., Самойлова Ю.А., Авхименко В.А., Тахауов Р.М.</i>
	75	Заболеваемость злокачественными новообразованиями легкого в Уральской когорте аварийно-облученного населения <i>Силкин С.С.</i>
	81	Эпидемиологический анализ рака щитовидной железы в системе ФМБА России <i>Сычев П.В., Удалов Ю.Д., Маякова Е.В., Кайдаш Ю.А., Щербаков М.И., Барышников И.А.</i>
ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА	88	Отраслевые библиографические базы данных: перспективы использования в ФМБА России для научной экспертизы при принятии решений. Сообщение 1. Общие вопросы и база данных по медико-биологическим и иным эффектам у работников ядерной индустрии <i>Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Буланова Т.М., Богданенко Н.А.</i>
	107	Рентгеновская компьютерная томография в комплексной диагностике заболеваний щитовидной железы <i>Шаталова М.О., Томашевский И.О.</i>
	113	Результаты оценки четырех циклов радионуклидной терапии отечественным радиофармацевтическим лекарственным препаратом на основе радия-223 хлорида для лечения метастазов в кости <i>Сычев П.В., Удалов Ю.Д.</i>
ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА	119	Однодневная методика ПЭТ/КТ с двумя радиофармпрепаратами у больных множественной миеломой <i>Манукова В.А., Асланиди И.П., Мухортова О.В., Метелкина М.В., Екаева И.В., Румянцев А.С., Сильченко А.В.</i>
	126	Вспоминая профессора В.В. Шиходырова (к 100-летию со дня рождения) <i>Квачева Ю.Е.</i>
ЮБИЛЕИ	130	Нина Александровна Кошурникова

CONTENTS

RADIATION BIOLOGY	5	Thymoquinone (a Component of <i>Nigella Sativa</i>) Reduces Toxic Effects of Radiotherapy and Has Anti-Cancer Potential <i>Abdullaev S.A., Raeva N.F., Fomina D.V., Kalinin T.P., Maksimova T.N., Zasukhina G.D.</i>
	9	Repetitive Confined Migration Leads to an Increase in Clonogenic Activity and Chemoresistance of Human Non-Small Cell Lung Cancer Cells, Regardless of Their Initial Chemo- and Radiosensitivity <i>Malakhov P.A., Pustovalova M.V., Aleksandrova A.V., Kontareva E.G., Smirnova A.V., Nofal Z., Osipov A.N., Leonov S.V.</i>
	16	Changes in the Copy Number and Gene Expression of mtDNA in Various Tissues of Mice Exposed to Local Brain Irradiation <i>Abdullaev S.A., Fomina D.V., Menukhov V.O., Dushenko M.V., Tochilenko A.V., Kalinin T.P., Evdokimovskii E.V.</i>
	23	Low Efficiency of DNA Repair in Human Peripheral Blood Lymphocytes Irradiated <i>ex vivo</i> by 14.1 MeV Neutrons <i>Zrilova Yu.A., Chigasova A.K., Ignatov M.A., Vorobyeva N.Yu., Osipov A.A., Saburov V.O., Kazakov E.I., Koryakin S.N., Fedotov Yu.A., Bushmanov A.Yu., Osipov A.N.</i>
	27	MiR-16-1-3p and miR-16-2-3p Overexpression Confers Tumor Suppressive and Antimetastatic Properties in Radioresistant A549 Non-Small Cell Lung Cancer Cells <i>Malakhov P.A., Maximov V.V., Pustovalova M.V., Smirnova A.V., Nofal Z., Saburov V., Osipov A.N., Kuzmin D.V., Leonov S.V.</i>
	35	Synthesized Using β-Cyclodextrin Silver and Gold Nanoparticles as Radiosensitizers in Breast Cancer Radiotherapy <i>Pustovalova M.V., Nekrasov V.D., Andreev E.V., Fadeikina I.N., Leonov S.V., Nechaev A.N., Osipov A.N.</i>
RADIATION SAFETY	40	Formation of Radon Situation in Buildings of Educational Institutions of Lermontov Town <i>Miklyaev P.S., Petrova T.B., Sidiyakin P.A., Marennyy A.M., Tekeev R.A., Tsapalov A.A., Shchitov D.V., Tsebro D.N., Murzabekov M.A., Karl L.E., Gavriliev S.G.</i>
	49	The Expert Group Actions Algorithms of the Emergency Medical Radiation Dosimetry Center in Various Scenarios of Radiation Accidents <i>Molokanov A.A., Grachev M.I., Salenko Yu.A., Frolov G.P., Tsovyanyanov A.G., Tesnov I.K., Barchukov V.V.</i>
	57	Risks in the System “Human-Industrial Environment”: Conceptual Model, Concept of Assessment and Management <i>Bobrov A.F., Proskuryakova N.L., Fortunatova L.I.</i>
RADIATION EPIDEMIOLOGY	63	The Incidence of Occupational Diseases of Employees of Enterprises and Organizations of the Russian Nuclear Industry <i>Samoilov A.S., Bushmanov A.Yu., Tukov A.R., Ziyatdinov M.N., Kalinina M.Yu., Mihajlenko A.M., Kalinina M.V., Kretov A.S., Archegova M.G.</i>
	71	Characteristics of the Uranium Cohort of Personnel of the Radiochemical Production of the Siberian Chemical Plant <i>Kalinkin D.E., Milto I.V., Smaglii L.V., Gorina G.V., Litvinova O.V., Samoilova Yu.A., Avkhimenko V.A., Takhauov R.M.</i>
	75	Lung Cancer Incidence in the Southern Urals Population Exposed to Radiation Cohort <i>Silkin S.S.</i>
	81	Epidemiological Analysis of Thyroid Cancer in the System of FMBA of Russia <i>Sychev P.V., Udalov Yu.D., Mayakova E.V., Kaidash Yu.A., Shcherbakov M.I., Baryshnikov I.A.</i>
	88	Industry Bibliographical Databases: Perspectives of Use in the FMBA of Russia for Scientific Expertise in Decision-Making. Report 1. General Issues and Database on Health and Other Effects in Nuclear Workers <i>Koterov A.N., Ushenkova L.N., Bulanova T.M., Bogdanenko N.A.</i>
RADIATION DIAGNOSTICS	107	X-Ray Computed Tomography in Complex Diagnosis of Thyroid Diseases <i>Shatalova M.O., Tomashevskiy I.O.</i>
NUCLEAR MEDICINE	113	Results of Evaluation of Four Cycles of Radionuclide Therapy with a Domestic Radiopharmaceutical Based on Radium-223 Chloride for the Treatment of Bone Metastases <i>Sychev P.V., Udalov Yu.D.</i>
NUCLEAR MEDICINE	119	¹¹C-Methionine and ¹⁸F-Fluorodeoxyglucose PET/CT in Multiple Myeloma Patients – One-Day Investigation <i>Manukova V.A., Aslanidis I.P., Mukhortova O.V., Metelkina M.V., Ekaeva I.V., Rumyantsev A.S., Silchenko A.V.</i>
ANNIVERSARY	126	Memorizing Professor V.V. Shikhodyrov (to the 100th Anniversary of Birth) <i>Kvacheva Yu.E.</i>
	130	Nina Alexandrovna Koshurnikova