

МЕДИЦИНСКАЯ РАДИОЛОГИЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

2024. Том 69. № 3

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;
Бирюков А.П., д.м.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 03.06.2024. Формат 60×90/8 Печать офсетная. 11,25 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

2024. Vol. 69. No 3

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;
Biryukov A.P., Dr. Sci. Med., 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;
Vaynsou 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;
Kotegov 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 NDL 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 03.06.2024. Format 60×90/8. Offset printing. 11,25 printed sheets. 1000 copies. Order 2024

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

МЕДИЦИНСКАЯ РАДИОЛОГИЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. 2024. ТОМ 69. № 3

СОДЕРЖАНИЕ

РАДИАЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ	5	Оценка эффективности применения децеллюляризованной амниотической мембраны человека в комбинации с клеточной терапией при местных лучевых поражениях <i>Расторгуева А.А., Астрелина Т.А., Брунчуков В.А., Кобзева И.В., Сучкова Ю.Б., Никитина В.А., Лицук С.В., Дубова Е.А., Павлов К.А., Маливанова Т.Ф., Усупжанова Д.Ю., Михадаркина О.Г., Кобзев А.Д., Булыгина В.И., Самойлов А.С.</i>
	13	Связь между клеточным старением и изменениями количества и размеров фокусов фосфорилированного гистона H2AX в облученных фибробластах человека <i>Осипов А.А., Чигасова А.К., Яшкина Е.И., Игнатов М.А., Воробьева Н.Ю., Осипов А.Н.</i>
	19	Изучение клинико-гематологических и иммунологических показателей при оценке противорадиационной эффективности терапевтического средства на основе микроорганизма <i>Fusobacterium necrophorum</i> <i>Гайнутдинов Т.Р., Рыжкин С.А., Вагин К.Н., Тризна Е.Ю., Охрименко С.Е.</i>
	26	Флуориметрическая оценка влияния рибоксина, медного хлорофиллина, тролокса и растворимой формы индралина на ростовые свойства клеток A549 в культуре <i>Ромодин Л.А., Яшкина Е.И., Московский А.А.</i>
РАДИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА	35	Митохондриальный белок-транслоказа 18 кДа как биомаркер радиационно-индуцированного нейровоспаления <i>Родина А.В.</i>
РАДИАЦИОННАЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЯ	46	Анализ влияния облучения на мультиморбидность участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС <i>Корело А.М., Максютлов М.А., Чекин С.Ю., Кочергина Е.В., Лашкова О.Е.</i>
	53	Оценка радиационного риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС – работников предприятий атомной промышленности по данным о дозах различных видов облучения <i>Туков А.Р., Шафранский И.Л., Котеров А.Н., Зиятдинов М.Н., Прохорова О.Н., Михайленко А.М.</i>
	57	Риск смертности от основных патологий вследствие пассивного курения не достигается подавляющим большинством работников ядерной индустрии всех периодов занятости <i>Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Вайнсон А.А., Дибиргаджиев И.Г., Калинина М.В., Бушманов А.Ю.</i>
ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ	68	Методология клинических аудитов отделений лучевой терапии в РФ на основе принципов аудита MAGATЭ QUATRO <i>Черных М.В., Крылова Т.А.</i>
ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА	72	Оценка острой токсичности препарата $^{99m}\text{Tc}(\text{CO})_3\text{-(HE)}_3\text{-DARPinG3}$ у больных раком молочной железы <i>Брагина О.Д., Бородина М.Е., Чернов В.И., Деев С.М., Вострикова М.А., Романова А.А.</i>
	77	Значение ОФЭКТ/КТ в одновременной оценке кальциноза коронарных артерий, перфузии и контрактильной функции миокарда у мужчин с ишемической болезнью сердца <i>Томашевский И.О., Корникова О.С.</i>
РАДИАЦИОННАЯ ФИЗИКА, ТЕХНИКА И ДОЗИМЕТРИЯ	81	Новый подход на основе трансферного глубокого обучения для прогнозирования опухолей головного мозга <i>Муайед Ф. Аль-Рави, Изз К. Аббуд и Насир А. Аль-Авад</i>
ЮБИЛЕИ	86	Перспективные аспекты медико-биологической науки и практики – к 100-летию А.К. Гуськовой: напутствие врачам и ученым <i>Метляева Н.А.</i>
	89	Памяти радиотоксиколога Юрия Александровича Классовского. К 100-летию со дня рождения 15.01.1924–27.04.1982 <i>Иванов И.В., Вялых В.Н.</i>

CONTENTS

RADIATION BIOLOGY	5	Evaluation of the Effectiveness of The Use of Decellularized Human Amniotic Membrane in Combination with Cell Therapy for Local Radiation Injuries <i>Rastorgueva A.A., Astrelina T.A., Brunchukov V.A., Kobzeva I.V., Suchkova Yu.B., Nikitina V.A., Lishchuk S.V., Dubova E.A., Pavlov K.A., Malivanova T.F., Usupzhanova D.Yu., Mikhadarkina O.G., Kobzev A.D., Bulygina V.I., Samoilov A.S.</i>
	13	Link Between Cellular Senescence and Changes in The Number and Size of Phosphorylated Histone H2AX Foci in Irradiated Human Fibroblasts <i>Osipov A.A., Chigasova A.K., Yashkina E.I., Ignatov M.A., Vorobyeva N.Yu., Osipov A.N.</i>
	19	Study of Clinical, Hematologic and Immunologic Parameters in Assessing the Anti-Radiation Efficacy of the Therapeutic Agent Based on the Microorganism <i>Fusobacterium Necrophorum</i> <i>Gaynutdinov T.R., Ryzhkin S.A., Vagin K.N., Trizna E.Yu., Ohrimenko S.E.</i>
	26	Fluorimetric Evaluation of the Effect of Riboxin, Copper Chlorophyllin, Trolox and the Soluble form of Indralin on the Growth Properties of A549 Cells in Culture <i>Romodina L.A., Yashkina E.I., Moskovskij A.A.</i>
RADIATION MEDICINE	35	The Mitochondrial 18 kDa Translocator Protein as a Biomarker of Radiation-Induced Neuroinflammation <i>Rodina A.V.</i>
RADIATION EPIDEMIOLOGY	46	Analysis of the Influence of Radiation Exposure on Multimorbidity Among Liquidators of the Consequences of the Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant <i>Korelo A.M., Maksimov M.A., Chekin S.Yu., Kochergina E.V., Lashkova O.E.</i>
	53	Evaluation of the Radiation Risk of Death from Cardiovascular Diseases among the Liquidators Involved in the Cleaning up of the Consequences of the Chernobyl Accident – Workers in the Nuclear Industry Sector <i>Tukov A.R., Shafransky I.L., Koterov A.N., Ziyatdinov M.N., Prokhorova O.N., Mikhaylenko A.M.</i>
	57	The Mortality Risk from Main Pathologies Due to Passive Smoking is not Achieved by the Overwhelming Majority of Nuclear Workers in All Periods of Employment <i>Koterov A.N., Ushenkova L.N., Wainson A.A., Dibirgadzhev I.G., Kalinina M.V., Bushmanov A.Yu.</i>
RADIATION THERAPY	68	Clinical Audits Methodology of the Radiotherapy Departments in Russian Federation Based on IAEA Audits Principles <i>Chernykh M.V., Krylova T.A.</i>
NUCLEAR MEDICINE	72	Assessment of Acute Toxicity of the ^{99m}Tc(CO)₃-(HE)₃-DARPinG3 in Breast Cancer Patients <i>Bragina O.D., Borodina M.E., Chernov V.I., Deyev S.M., Vostrikova M.A., Romanova A.A.</i>
	77	The Importance of SPECT/CT in Simultaneous Assessment of Calcification of Coronary Arteries, Perfusion and Contractile Function of the Myocardium among Men's with Coronary Heart Disease <i>Tomashevsky I.O., Kornikova O.S.</i>
RADIATION PHYSICS, TECHNIQUE AND DOSIMETRY	81	Novel Approach Using Transfer Deep Learning for Brain Tumor Prediction <i>Muaayad F. Al-Rawi, Izz K. Abboud, and Nasir A. Al-Awad.</i>
ANNIVERSARY	86	Promising aspects of biomedical science and practice - for the 100th anniversary of A.K. Guskova: parting words to doctors and scientists <i>Metlyayeva N.A.</i>
	89	In Memory of Radiotoxicologist Yuri Alexandrovich Klassovsky. 100th Anniversary of his Birth on 01/15/1924–04/27/1982 <i>Ivanov I.V., Vyalykh V.N.</i>