

**ОПЫТ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ – ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО
БИОФИЗИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ИМЕНИ А.И. БУРНАЗЯНА
ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА В
ЛЕЧЕНИИ ОСТРЫХ РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ, ВОЗНИКШИХ
ПРИ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЯХ**

Удалов Ю.Д.¹, Бушманов А.Ю.¹, Карамуллин М.А.^{1,2}

¹ *Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства*

123098, Россия, г. Москва, ул. Маршала Новикова, д.23

² *Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации*
194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

Аннотация. В статье представлен опыт Федерального государственного бюджетного учреждения Государственного научного центра Российской Федерации – Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства, как ведущего отечественного специализированного радиологического медицинского центра по вопросам диагностики и лечения острых радиационных поражений. Являясь преемником Института биофизики Министерства здравоохранения СССР и Клинической больницы №6 Московского городского отдела здравоохранения, созданных в 1948 году, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства имеет значительный опыт, составляющий около 2/3 мирового, по количеству пролеченных пациентов с острой лучевой болезнью и местными лучевыми

поражениями (преимущественно кожи и сегментов тела), возникшими в результате радиационных аварий и инцидентов на территории Советского Союза и Российской Федерации, начиная с 1949 года. Этот опыт аккумулирован в Базе данных историй болезней, содержащей сведения о 230 пострадавших с острой лучевой болезнью в 38 радиационных инцидентах. В статье приведена структура Базы данных историй болезни по отдельным видам острых радиационных поражений, возникшим в результате радиационных аварий и инцидентов за период с 1949 по 2024 годы. Обсуждены современные методы специфической диагностики и лечения острых радиационных поражений. В заключении статьи дана характеристика места Государственного научного центра Российской Федерации – Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства как площадки для межотраслевого и международного сотрудничества по вопросам ликвидации медицинских последствий радиационных аварий и инцидентов в России и за рубежом.

Ключевые слова

Ионизирующие излучения; радиационные аварии и инциденты; острые радиационные поражения; диагностика; лечение; аварийное реагирование; международное сотрудничество; межведомственное взаимодействие

**THE EXPERIENCE OF THE STATE SCIENTIFIC CENTER OF THE
RUSSIAN FEDERATION - THE FEDERAL MEDICAL AND BIOPHYSICAL
CENTER NAMED AFTER A. I. BURNASYAN OF THE FEDERAL
MEDICAL AND BIOLOGICAL AGENCY OF RUSSIA IN THE
TREATMENT OF ACUTE RADIATION INJURIES CAUSED BY
RADIATION ACCIDENTS**

Udalov Yu.D.¹, Bushmanov A.Y.¹, Karamullin M.A.^{1,2}

*¹ Federal State Budgetary Institution "State Scientific Center of the Russian
Federation - Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan" of the
Federal Medical and Biological Agency*

123098, Russia, Moscow, st. Marshala Novikova, 23

*² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Military
Medical Academy named after S.M. Kirov" Ministry of Defense of the Russian
Federation*

194044, Russia, St. Petersburg, st. Academician Lebedeva, 6

Annotation.

The article presents the experience of the Federal State Budgetary Institution, the State Scientific Center of the Russian Federation – the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical and Biological Agency – as a leading domestic specialized radiological medical center for the diagnosis and treatment of acute radiation injuries. As the successor to the Institute of Biophysics of the USSR Ministry of Health and Clinical Hospital No. 6 of the Moscow City Health Department, established in 1948, the State Research Center of the Russian Federation – the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical and Biological Agency has significant experience, accounting for approximately two-thirds of the world's total, in treating patients with acute radiation sickness (acute radiation syndrome) and local radiation injuries (primarily to the skin and body segments) resulting from radiation accidents and incidents in the Soviet Union and the Russian Federation since 1949. This experience has been accumulated

in the Case History Database, which contains information on 230 victims of acute radiation sickness (syndrome) in 38 radiation incidents. This article presents the structure of the Case History Database for individual types of acute radiation injuries resulting from radiation accidents and incidents from 1949 to 2024. Modern methods for the specific diagnosis and treatment of acute radiation injuries are discussed. The article concludes by describing the role of the Russian Federation State Research Center – the A.I. Burnazyan Federal Medical and Biophysical Center of the Federal Medical and Biological Agency – as a platform for intersectoral and international cooperation on the elimination of the medical consequences of radiation accidents and incidents in Russia and abroad.

Key words

Ionizing radiation; radiation accidents and incidents; acute radiation injuries; diagnostics; treatment; emergency response; international cooperation; interdepartmental cooperation

Введение

Головная научно-исследовательская организация в области радиобиологии, радиационной медицины, радиационной гигиены и экологии в системе Федерального медико-биологического агентства (ФМБА) России – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медико-биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства» (далее ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России) имеет наибольший опыт в мире по диагностике и лечению острых радиационных поражений, таких как острая лучевая болезнь (ОЛБ) и местные лучевые поражения (МЛП).

Предшественниками ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России являются Институт биофизики Минздрава СССР (1948 г.) и Клиническая больница Мосгорздравотдела №6 (1948 г.), которые в 2007 году были объединены в единую организацию, которой Постановлением правительства Российской Федерации от 25.04.2012 г. №392 был присвоен статус Государственного научного центра Российской Федерации [1].

В новейшей истории России он служит площадкой для межотраслевого и международного сотрудничества по вопросам ликвидации медицинских последствий радиационных аварий и инцидентов. ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России – участник системы международного аварийного реагирования RANET по медико-гигиеническому направлению и может предоставить по запросу МАГАТЭ экспертно-аналитическую поддержку, а также медицинскую помощь и проведение специальных инструментальных исследований (биофизических, биохимических, клинических и др.), включая специализированную радиологическую бригаду медико-гигиенического профиля.

Радиационные аварии и инциденты на территории СССР и России в период с 1949 по 2025 гг.

Обобщенные сведения о ближайших медицинских последствиях радиационных аварий на территории бывшего СССР 1949-1991 гг. и Российской Федерации с 1992-2024 гг., собранные в Регистре ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, представлены в таблице 1.

С 2000 по 2024 гг. сотрудниками ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России расследовано 16 аварийных и нештатных ситуаций по аварийному переоблучению персонала и населения, по итогу которого установлено 27 новых случаев острых радиационных поражений: 2 случая изолированной ОЛБ, 16 случаев изолированных МЛП, 9 случаев сочетания ОЛБ с местными лучевыми поражениями. Указанное обстоятельство подтверждает тезис о сохранении в повестке дня современной медицины катастроф актуальности острой радиационной патологии [2–4].

Клинический отдел радиационной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Исторически клинический отдел был организован в Институте биофизики Минздрава СССР по приказу Министра здравоохранения СССР от 17 сентября 1951 года. Его создание было продиктовано необходимостью лечения лучевой болезни преимущественно у персонала ПО «Маяк» и оказания помощи пострадавшим в радиационных авариях и инцидентах, принимавшим непосредственное участие в создании атомной бомбы и испытании ее как «ядерного щита» нашей страны [5].

Таблица 1.

**Обобщенные сведения о ближайших медицинских последствиях
радиационных аварий на территории бывшего СССР 1949-1991 гг. и
Российской Федерации с 1992-2024 гг (по материалам Регистра ФГБУ
ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)**

Радиационные аварии и инциденты		Количество пострадавших				
Виды	Количество	Всего	ОЛБ	ОЛБ+МЛП	МЛП	Умершие
1. Инциденты с радио-изотопными установками и источниками излучений	91	156	47	30	109	13
2. Рентгеновские установки и ускорители (всего)	43	52	-	-	52	-
3. Реакторные инциденты и потеря контроля над критичностью делящегося материала (без аварии на Чернобыльской АЭС 1986 г.)	33	82	73	31	9	13
4. Случаи с МЛП на предприятиях ПО “Маяк” (1949-1956 гг.)	168*	168	-	-	168	-
5. Аварии на атомных подводных лодках и нештатные ситуации на ядерных испытаниях	6	145	97	74	48	12
6. Другие инциденты (всего)	12	17	7	3	10	2
Всего (без аварии на ЧАЭС 1986 г.)	353*	620	224	138	392	40
7. Чернобыльская авария 1986 г.	1	134	134	54	-	28
ИТОГО (1949-2024 гг.)	354*	754	358	192	396	68

* каждый случай с МЛП на предприятиях ПО “Маяк” 1949-1956 гг. рассматривался как отдельный инцидент

Первым руководителем отдела стал Николай Александрович Куршаков, полковник медицинской службы, выдающийся терапевт, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент АМН СССР, заслуженный деятель науки РСФСР, лауреат Ленинской премии (фото 1, рисунок 1), возглавлявший его в 1951-1964 гг.

В последующем отделом руководили выдающиеся ученые и практики медицины: в 1964 – 1966 гг. доктор медицинских наук, профессор, Вадим Семёнович Смоленский (фото 2, рисунок 1), в 1966 – 1974 гг. академик АМН ССР, РАМН и РАН, доктор медицинских наук, профессор Андрей Иванович Воробьёв (фото 3, рисунок 1), в 1974 – 1996 гг. член-корреспондент АМН СССР, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР, лауреат Ленинской премии Ангелина Константиновна Гуськова (фото 4, рисунок 1), в 1996 – 1999 гг. доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач Российской Федерации Георгий Дмитриевич Селидовкин (фото 5, рисунок 1), в 1999 – 2007 гг. и 2019-2023 гг. доктор медицинских наук, профессор, лауреат премии правительства РФ Андрей Юрьевич Бушманов (фото 6, рисунок 1), в 2007 – 2008 гг. доктор медицинских наук, доцент Ирина Алексеевна Галстян (фото 7, рисунок 1), в 2008 – 2019 гг. доктор медицинских наук Валерий Иванович Краснюк (фото 8, рисунок 1), с 2023 г. доктор медицинских наук Василий Игоревич Пустовойт (фото 9, рисунок 1).

Именно сотрудники этого отдела внесли решающий вклад в разработку методов диагностики и лечения острых радиационных поражений, опираясь в первую очередь на собственный опыт оказания медицинской помощи при радиационных авариях.



Фото 1. Куршаков Николай
Александрович



Фото 2. Смоленский Вадим
Семёнович

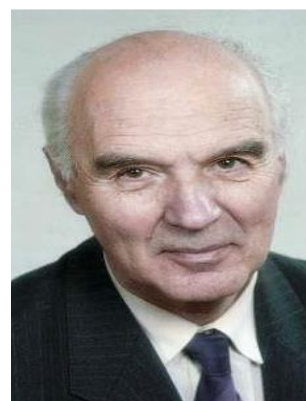


Фото 3. Воробьев Андрей
Иванович



Фото 4. Гуськова Ангелина
Константиновна



Фото 5. Селидовкин Георгий
Дмитриевич



Фото 6. Бушманов Андрей
Юрьевич



Фото 7. Галстян Ирина
Алексеевна



Фото 8. Краснюк Валерий
Иванович



Фото 9. Пустовойт Василий
Игоревич

Рисунок 1. Фотографии руководителей Клинического отдела
радиационной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА
России

Роль ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России в оказании помощи пострадавшим при аварии на Чернобыльской АЭС (1986г.)

Медицинские специалисты Института биофизики принимали участие в оказании медицинской помощи пострадавшим в радиационной аварии на Чернобыльской АЭС в местных медицинских учреждениях (рисунок 2) и в Клинической больнице №6 г. Москвы (рисунки 3 и 4).



Рисунок 2. Первые больные в МСЧ №126 г. Припять



Рисунок 3. Осмотр тяжёлого лучевого больного в асептической палате, 1986 год



Рисунок 4. Операция по пересадке кожного лоскута на место МЛП кожи больному с ОЛБ II степени, 1986 г.

Основная часть пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, у которых возникли изолированные, сочетанные и комбинированные формы острых радиационных поражений, в первую очередь острая лучевая болезнь (ОЛБ), проходила обследование и лечение на базе Клинической больницы №6 г. Москвы при участии сотрудников Клинического отдела института биофизики.

По воспоминаниям А.К. Гуськовой о пострадавших в этой аварии [6]: «В Москву двумя самолетами были доставлены 207 человек, в том числе 115 с первоначальным диагнозом ОЛБ, подтвержденным впоследствии у 104-х. В Киев с подозрением на ОЛБ поступили около 100 человек (диагноз был верифицирован у 30). Позднее клиника Института биофизики приняла еще 148 человек из числа первых участников, вызванных для расследования причин и минимизации последствий аварии. В ближайшие 2-3 года клиника продолжала лечение и обследование в стационаре ежегодно около 100 больных ОЛБ (повторно).»

Дозы облучения и исходы лечения пациентов с ОЛБ в Клинической больнице №6 г. Москвы с участием специалистов Института биофизики Минздрава СССР в 4-х месячный период после аварии на ЧАЭС, представлены в таблице 2.

В Базе данных ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России аккумулированы сведения о 230 пострадавших с ОЛБ в 38 радиационных инцидентах (включая аварию на ЧАЭС 1986 г.) с верифицированным диагнозом поражения в виде оцифрованных историй болезни, включая острый период и его последствия, что составляет около 2/3 мирового опыта медицинского наблюдения за подобной категорией больных.

Этот опыт был использован при создании отечественных и международных рекомендаций по медицинскому реагированию на радиационные аварии и инциденты, в котором принимали участие выдающиеся специалисты ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна

Таблица 2.

Дозы облучения и исходы лечения пациентов с ОЛБ в 4-х месячный период после аварии на ЧАЭС (цит. по Гуськовой А.К. с соавт., 2000)

Степень тяжести ОЛБ	Доза облучения (Гр)	Количество больных	Число выживших	Число умерших, доля в %
Легкая (I)	0,8-2,1	41	41	0 (0%)
Средняя (II)	2,2-4,1	50	49	1 (2%)
Тяжелая (III)	4,2-6,4	22	15	7 (32%)
Крайне тяжелая (IV)	6,5-16	21	1	20 (95%)
Всего	0,8-16	134	106	28

ФМБА России: А.К. Гуськова, Баранов А.Е., Байсоголов Г.Д. и др. [7–12].

В целом, структура базы данных ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России по острым лучевым поражениям человека, возникшим в результате радиационных аварий и инцидентов за период с 1949 по 2024 гг., характеризуется следующим распределением пациентов по видам острых радиационных поражений (таблица 3).

Таблица 3.

Структура базы данных ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России по отдельным видам острых радиационных поражений, возникшим в результате радиационных аварий и инцидентов за период с 1949 по 2024 год

Изолированное ОРП			Комбинированное ОРП		Всего	Умерло
Изолиро- ванная ОЛБ (I-IV ст. тяж)	МЛП кожи (в т.ч. β- ожоги кожи)	Сочетанное ОРП: ОЛБ+МЛП	КРП радиационно- термическое	КРП радиационно- механическое		

164	396	192	2	1	765	68
-----	-----	-----	---	---	-----	----

Современные методы диагностики острых радиационных поражений

Современная диагностика ОРП базируется на оценке дозы и прогнозировании тяжести течения всеми доступными методами физической и биологической дозиметрии (расчетный метод, моделирование ситуации, клинические признаки первичной реакции на облучение, цитогенетический метод, абсолютное количество лимфоцитов периферической крови в течение первых 8 дней после облучения, динамика абсолютного количества нейтрофилов периферической крови и др.) [9–13].

В условиях массового поступления пострадавших из очага радиационной аварии на этап медицинской эвакуации, где осуществляют первичную диагностику ОРП, своевременность и эффективность оказания медицинской помощи зависят от качества проводимой на нем медицинской сортировки, в основе которой лежит первичная диагностика ОРП [8–11, 14]. Схематически процесс первичной диагностики ОРП, завершающийся медицинской сортировкой пострадавших на группы, нуждающиеся в однотипном медицинском вмешательстве, представлен на рисунке 5.



Рисунок 5. Связь между первичной диагностикой ОРП и медицинской сортировкой пораженных.

Биологическую биоиндикацию дозы в настоящее время рекомендуют проводить на основании: оценки симптомов первичной реакции на облучение,

цитогенетической оценки дозы после острого облучения в ближайшие сроки после воздействия, цитогенетической оценки неравномерности радиационного воздействия, оценки кинетики лимфопении в первые 8 суток после облучения, анализа скорости нарастания нейтропении после облучения (определение дня наступления агранулоцитоза), изучения кинетики биохимических маркеров (С-реактивный белок, сывороточная амилаза) [11–14]. Схематически этот процесс представлен на рисунке 6.



Рисунок 6. Основные современные методы биологической индикации дозы при острых радиационных поражениях.

Консорциум лабораторий, участвовавших в проекте MULTIBIODOSE (multi-disciplinary biodosimetric tools to manage high-scale radiological casualties), 2015 г., протестировал, адаптировал и принял к использованию несколько методик в согласованном порядке в качестве инструмента для оценки биологической дозы облучения в интересах быстрой сортировки пострадавших в масштабной радиационной аварии на 3 группы по нуждаемости, в медицинском вмешательстве (в зависимости от дозы облучения): менее 1 Гр (низкий уровень поражения), 1–2 Гр (средний уровень поражения), больше 2 Гр (высокий уровень поражения) [15].

В рамках этого проекта MULTIBIODOSE для первичной диагностики

ОРП в настоящее время рекомендованы к использованию следующие методы обследования. Для выявления общего равномерного и неравномерного облучения: выявление в ядрах лимфоцитов периферической крови и в костном мозге хромосомных нарушений – дицентриков (ручной и автоматический подсчет), микроядер (автоматический подсчет), фокусов гамма-H2AX (двунитевых разрывов) [16–18]; исследование электронного парамагнитного резонанса от эмали зуба и др. (ЭПР) [19, 20]. Для диагностики местных лучевых поражений: анализ кожных пятен (skin speckle assay, SSA) и индуцированная светом люминесценция (optically stimulated luminescence, OSL) [6]. Для оценки выраженности системной воспалительной реакции используется определение концентрации С-реактивного белка и некоторых других белков в сыворотке крови [12, 13, 21–24, 27–29].

Современные подходы к лечению острых радиационных поражений

Собственный опыт лечения ОЛБ, накопленный в ГНЦ РФ – ФМБЦ им. А.И. Бурназяна и составляющий около 2/3 от мирового, позволил определить основные направления медицинских вмешательств при данной патологии [11–14]:

- 1) Купирование первичной реакции на облучение в начальном периоде ОЛБ;
- 2) Профилактика в скрытом периоде ОЛБ тяжести клинических проявлений периода разгара поражения (профилактическая миелостимуляция, профилактическая санация очагов хронической инфекции и профилактическая деконтаминация кишечника);
- 3) Комплексное лечение периода разгара ОЛБ по показаниям (лечение инфекционных осложнений, борьба с геморрагическим синдромом, замещение критического недостатка компонентов крови, миелостимуляция, лечебное питание и трансфузионная терапия, аллогенная трансплантация костного мозга, трансплантация стволовых кроветворных и мезенхимальных клеток, детоксикация и др.);
- 4) Поддержание процессов и проведение реабилитационных мероприятий (лечебная физкультура, лечебное питание) с периода восстановления

ОЛБ.

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России обладает уникальным собственным опытом лечения местных лучевых поражений: в клинических подразделениях центра специализированную медицинскую помощь при МЛП кожи в остром и отдаленном периоде поражения получило 240 (острый+отдаленный период) пациентов, из них у 78 человек МЛП кожи сочетались с ОЛБ.

В центре разработаны инновационные технологии лечения термических поражений и местных лучевых поражений с использованием аутологичных стволовых клеток, забранных из непосредственно самой жировой ткани пациента, с последующим их интрадермальным введением, а также мезенхимальных стволовых клеток [25].

Результаты лечения лучевых и термических ожогов в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России с помощью клеточных технологий представлены на рисунке 7.

До применения клеточных



После интрадермального введения мезенхимальных



Рисунок 7. Результаты лечения лучевых и термических ожогов с помощью клеточных технологий.

Участие ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России в аварийном реагировании при радиационных авариях и инцидентах

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 8.11.2013 г. №1007 Аварийный медицинский радиационно-дозиметрический центр на базе ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, включен в перечень сил и средств постоянной готовности ФМБА России Федерального уровня Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [26]. Его приоритетной задачей является научно-методическая поддержка медико-санитарных частей и центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России в случае радиационных аварий и инцидентов. На него возложена функции головного специализированного аварийного центра и координации деятельности Региональных аварийных медико-дозиметрических центров ФМБА России.

Для оказания медицинской помощи пострадавшим в радиационных авариях в составе ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России сформированы специализированные бригады быстрого реагирования и аэромобильный госпиталь, который может работать на границе зоны радиационной аварии, обеспечивая приближение первичной специализированной медико-санитарной помощи к пострадавшим.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России» обладает уникальным и самым большим опытом оказания медицинской помощи пораженным в результате радиационных аварий и инцидентов, сохраняет лидерство среди медицинских организаций страны в вопросах оказания медицинской (в том числе специализированной и высокотехнологичной) помощи при острых радиационных поражениях, готов продолжать взаимодействие с профильными медицинскими организациями других ведомств в интересах совершенствования процессов аварийного реагирования при ЧС радиационной природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 392 «О присвоении статуса Государственного научного центра Российской Федерации Федеральному государственному бюджетному учреждению "Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна"». Available at: <http://archive.government.ru/gov/results/18838> (дата обращения 24.12.2025).

2. Соловьев В.Ю., Уйба В.В., Самойлов А.С. и др. Радиационные инциденты на территории бывшего СССР в 1950–1991 гг. и в Российской Федерации в 1992–2016 гг. с пострадавшими с диагнозом «острая лучевая болезнь»: обзор. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2017; 60 (2): 119–127.

3. Карамуллин М.А., Чепур С.В., Самохвалов И.М. и др. Клинические рекомендации по профилактике, диагностике, лечению и реабилитации при острых радиационных поражениях: актуальность разработки и базовая классификация патологии. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2024; 26(1): 87-100. <https://doi.org/10.17816/brmma595865>.

4. Samoylov A.S., Bushmanov A.Yu., Galstyan I.A. Medical Management: Major Lessons Learned from the Chernobyl Accident (the review). *Journal of Radiological Protection*. 2021; 41(3). <https://doi.org/10.1088/1361-6498/ac14d4>.

5. Гуськова А. К. *Атомная отрасль страны глазами врача*. М.: Реальное Время, 2004.

6. Гуськова А.К., Галстян И.А., Гусев И.А. *Авария Чернобыльской атомной станции (1986–2011 гг.): последствия для здоровья, размышления врача*. М.: ФМБЦ имени А.И. Бурназяна, 2011.

7. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. *Лучевая болезнь человека*. М.: Медицина, 1971.

8. International Atomic Energy Agency. *Medical management of radiation injuries*, Safety Reports Series No. 101. Vienna: IAEA; 2020.

9. Fliedner T.M., Friesecke I., Beyrer K. (eds). *Medical management of radiation accidents: Management of the acute radiation syndrome*. London: The British Institute of Radiology; 2001.

10. Fliedner T.M. Radiologic and nuclear events: the METREPOL severity of effect grading system. *Blood*. 2008; 111(4): 5757–5758.

11. Гуськова А.К., Баранов А.Е., Барабанова А.В. и др. Диагностика, клиническая картина и лечение острой лучевой болезни у пострадавших на Чернобыльской АЭС. Сообщение 2. Некостномозговые синдромы лучевых поражений. *Терапевтический архив*. 1989; 8: 99-103.

12. *Радиационная медицина: руководство для врачей-исследователей и организаторов здравоохранения. Т. 2: Радиационные поражения человека. Под ред. Л.А. Ильина. М.: ИздАТ, 2001.*

13. Самойлов А.С., Кончаловский М.В., Бушманов А.Ю. и др. Рекомендации по диагностике и лечению костномозговой формы острой лучевой болезни. *Гематология и трансфузиология*. 2023; 68(1): 98-128. <https://doi.org/10.35754/0234-5730-2023-68-1-98-128>.

14. *Первая врачебная и квалифицированная медицинская помощь при острых радиационных поражениях: практическое руководство / под общей ред. проф. М.А. Карамуллиной и проф. С. В. Чепура. (Серия «Оказание медицинской помощи при радиационных поражениях». Вып. 3). СПб: СпецЛит, 2025.*

15. Jaworska A., Ainsbury E.A., Fattibene A., et al. Operational guidance for radiation emergency response organisations in Europe for using biodosimetric tools developed in EU MULTIBIODOSE project. *Radiat Prot Dosim*. 2015; 164(1-2): 165-169. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncu294>.

16. Нугис В.Ю. Прогноз пострadiационной динамики числа нейтрофилов крови в случаях острого неравномерного облучения (цитогенетические исследования). *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2018; 58(5): 498–510. <https://doi.org/10.1134/S0869803118040112>.

17. Swartz H.M., Flood A.B., Gougelet R.M., et al. A critical assessment of biodosimetry methods for large-scale incidents. *Health Phys*. 2010; 98(2): 95-107. <https://doi.org/10.1097/HP.0b013e3181b8cffd>.

18. Нугис В.Ю., Козлова М.Г., Никитина В.А. Современное состояние

проблемы цитогенетической индикации дозы. В сборнике статей, посвященных 70-летию ФГБУ «ГНЦ РФ — ФМБЦ имени А.И. Бурназяна» (1946-2016 гг.). Под общ. ред. Л.А. Ильина, В.В. Уйба, А.С. Самойлова. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; 2016: 222–237.

19. Олесова В.Н., Смельцов А.В., Илевич Ю.Р и др. Применение ЭПР-дозиметрии на мини-пробах эмали зуба. *Российский стоматологический журнал*. 2010; 4: 15-17.

20. Romanyukha A., Trompier F., Reyes R.A. Q-band electron paramagnetic resonance dosimetry in tooth enamel: Biopsy procedure and determination of dose detection limit. *Rad Environ Biophys*. 2014; 53(2): 305-310. <https://doi.org/10.1007/s00411-013-0511-8>.

21. Гуськова А.К., Надежина Н.М., Метляева Н.А. и др. Острая лучевая болезнь. В книге: *Реакции организма человека на воздействие опасных и вредных производственных факторов*. Т. 2. М.; 1991.

22. Барабанова А.В., Баранов А.Е., Бушманов А.Ю. и др. *Острая лучевая болезнь человека: атлас*. М.: ФМБЦ имени А.И. Бурназяна, 2017.

23. Самойлов А.С., Бушманов А.Ю., Галстян И.А., и др. Опыт лечения пораженных при аварии на Чернобыльской АЭС в условиях специализированного стационара. *Медицина катастроф*. 2024. 3: 22–26. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2024-3-22-26>.

24. Баранов А.Е., Гейл Р.П., Гуськова А.К. Трансплантация костного мозга после общего облучения у пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС. *Гематология и трансфузиология*. 1989; 34(3): 3-16.

25. Kotenko K.V., Eremin I.I., Moroz B.B., et al.. Cell technologies in the treatment of radiation burns: experience Burnasyan Federal Medical Biophysical Centre. *Genes & Cells*, 2012, 7(2): 97-102. <https://doi.org/10.23868/gc121646>.

26. Постановление Правительства РФ от 08.11.2013 N 1007 (ред. от 27.06.2025) "О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций". Available at: <http://government.ru/docs/all/89251/> (дата обращения 24.12.2025).

27. Репин Л.В., Ахматдинов Р.Р., Библин А.М. Расчет числа потерянных лет здоровой жизни вследствие воздействия ионизирующего излучения на население российской федерации. *Медлайн.ру*. 2023; 24(1): 448-460. <https://medline.ru/public/art/tom24/art34.html> (дата обращения 24.12.2025)

28. Легеза В.И., Антушевич А.Е., Пикалов Д.В. и др. Отдаленные последствия у ликвидаторов аварии на чернобыльской АЭС. *Медлайн.ру*. 2008; 9: 362-372. – <https://medline.ru/public/art/tom9/art033pdf.phtml> (дата обращения 24.12.2025).

29. Федоров В.П., Ушаков И.Б., Асташова А.Н. Первичная реакция афферентного нейрона на острое радиационное воздействие и алкогольную интоксикацию. *Медлайн.ру*. 2020; 21: 550–560. <https://medline.ru/public/art/tom21/art44.html> (дата обращения 24.12.2025).

REFERENCES

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 25.04.2012 N 392 «*On assigning the status of a State Scientific Center of the Russian Federation to the Federal State Budgetary Institution "A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center"*». Available at: <http://archive.government.ru/gov/results/18838> (data obrashcheniya 24.12.2025) (in Russian).
2. Solov'ev V.Yu., Uyba V.V., Samoylov A.S. et al. Radiation incidents in the former USSR in 1950–1991 and in the Russian Federation in 1992–2016 with victims diagnosed with acute radiation sickness: a review. *Medsina ekstremal'nykh situatsiy*. 2017; 60 (2): 119-127 (in Russian).
3. Karamullin M.A., Chepur S.V., Samokhvalov I.M. et al. Clinical guidelines for the prevention, diagnosis, treatment, and rehabilitation of acute radiation injuries: relevance of development and basic classification of pathology. *Vestnik Rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii*. 2024; 26(1): 87-100. <https://doi.org/10.17816/brmma595865> (in Russian).
4. Samoylov A.S., Bushmanov A.Yu., Galstyan I.A. Medical Management: Major Lessons Learned from the Chernobyl Accident (the review). *Journal of Radiological Protection*. 2021; 41(3). <https://doi.org/10.1088/1361-6498/ac14d4>.
5. Gus'kova A. K. *The country's nuclear industry through the eyes of a doctor*. M.: Real'noe Vremya, 2004 (in Russian).
6. Gus'kova A.K., Galstyan I.A., Gusev I.A. *The Chernobyl Nuclear Power Plant Accident (1986–2011): Health Consequences, A Doctor's Reflections*. M.: FMBTs imeni A.I. Burnazyana, 2011 (in Russian).
7. Gus'kova A.K., Baysogolov G. D. *Human radiation sickness*. M.: Meditsina. 1971 (in Russian).
8. International Atomic Energy Agency. *Medical management of radiation injuries*, Safety Reports Series No. 101. Vienna: IAEA; 2020.
9. Fliedner T.M., Friesecke I., Beyrer K. (eds). *Medical management of radiation accidents: Management of the acute radiation syndrome*. London: The British Institute of Radiology; 2001.

10. Fliedner T.M. Radiologic and nuclear events: the METREPOL severity of effect grading system. *Blood*. 2008; 111(4): 5757–5758.

11. Gus'kova A.K., Baranov A.E., Barabanova A.V. et al. Diagnosis, Clinical Presentation, and Treatment of Acute Radiation Sickness in Chernobyl Nuclear Power Plant Victims. Report 2. Non-Bone Marrow Radiation Injury Syndromes. *Terapevticheskiy arkhiv*. 1989; 8: 99-103 (in Russian).

12. *Radiation Medicine: A Handbook for Physicians, Researchers, and Healthcare Organizers. Vol. 2: Radiation Injuries to Humans. Edited by L.A. Ilyin.* M.: IzdAT, 2001 (in Russian).

13. Samoylov A.S., Konchalovskiy M.V., Bushmanov A.Yu. et al. Recommendations for the diagnosis and treatment of bone marrow-associated acute radiation sickness. *Gematologiya i transfuziologiya*. 2023;68(1): 98-128. <https://doi.org/10.35754/0234-5730-2023-68-1-98-128> (in Russian).

14. *First medical and qualified medical care for acute radiation injuries: a practical guide / edited by prof. M.A. Karamullin and prof. S.V. Chepur. (Series "Providing medical care for radiation injuries". Issue. 3)* Sankt-Peterburg: SpetsLit, 2025 (in Russian).

15. Jaworska A., Ainsbury E.A., Fattibene A., et al. Operational guidance for radiation emergency response organisations in Europe for using biodosimetric tools developed in EU MULTIBIODOSE project. *Radiat Prot Dosim*. 2015; 164(1-2): 165-169. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncu294>.

16. Nugis V.Yu. Prognosis of post-radiation dynamics of the blood neutrophil count in cases of acute uneven irradiation (cytogenetic studies). *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*. 2018; 58(5): 498–510. <https://doi.org/10.1134/S0869803118040112> (in Russian).

17. Swartz H.M., Flood A.B., Gougelet R.M., et al. A critical assessment of biodosimetry methods for large-scale incidents. *Health Phys*. 2010; 98(2): 95-107. <https://doi.org/10.1097/HP.0b013e3181b8cffd>.

18. Nugis V.Yu., Kozlova M.G., Nikitina V.A. *The current state of cytogenetic dose indication. In a collection of articles dedicated to the 70th*

anniversary of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center (1946-2016). Pod obshch. red. L.A. Il'ina, V.V. Uyba, A.S. Samoylova. M.: FGBU GNTs FMBTs im. A.I. Burnazyana FMBA Rossii; 2016: 222–237 (in Russian).

19. Olesova V.N., Smel'tsov A.V., Ilevich Yu.R. et al. Application of EPR dosimetry on mini-samples of tooth enamel. *Rossiyskiy stomatologicheskiy zhurnal*. 2010; 4: 15-7 (in Russian).

20. Romanyukha A., Trompier F., Reyes R.A. Q-band electron paramagnetic resonance dosimetry in tooth enamel: Biopsy procedure and determination of dose detection limit. *Rad Environ Biophys*. 2014; 53(2): 305-310. <https://doi.org/10.1007/s00411-013-0511-8>.

21. Gus'kova A.K., Nadezhina N.M., Metlyaeva N.A. et al. Acute radiation sickness. In: The Human Body's Response to Exposure to Hazardous and Harmful Occupational Factors. T. 2. M.; 1991 (in Russian).

22. Barabanova A.V., Baranov A.E., Bushmanov A.Yu., et al. *Acute Radiation Disease of Human. Atlas. Part II. Victims of Radiation Accidents Other Than the 1986 Chernobyl Accident. Ed. by Samoilov A.S. and Soloviev V.Yu.* SRC – FMBC, Moscow, Russia. 2017 (in Russian).

23. Samoylov A.S., Bushmanov A.Yu., Galstyan I.A. et al. Experience of treating victims of the Chernobyl nuclear power plant accident in a specialized hospital. *Medsina katastrof*. 2024. 3: 22–26. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2024-3-22-26> (in Russian).

24. Baranov A.E., Geyl R.P., Gus'kova A.K. Bone marrow transplantation after general irradiation in victims of the Chernobyl nuclear power plant accident. *Gematologiya i transfuziologiya*. 1989; 34(3): 3-16 (in Russian).

25. Kotenko K.V., Eremin I.I., Moroz B.B. et al. Cell technologies in the treatment of radiation burns: experience Burnasyan Federal Medical Biophysical Centre. *Genes and Cells*, 2012, 7(2): 97-102. <https://doi.org/10.23868/gc121646> (in Russian).

26. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 08.11.2013 N 1007 (red. ot 27.06.2025) "On the forces and means of the unified state system for the prevention and

elimination of emergency situations". Available at: <http://government.ru/docs/all/89251/> (data obrashcheniya 24.12.2025) (in Russian).

27. Repin L.V., Ahmatdinov R.R., Biblin A.M. Calculation of the number of years of healthy life lost due to exposure to ionizing radiation on the population of the Russian Federation. *Medline.ru*. 2023; 24(1): 448-460. <https://medline.ru/public/art/tom24/art34.html> (data obrashcheniya 24.12.2025) (in Russian).

28. Legeza V.I., Antushevich A.E., Pikalov D.V. i dr. Long-term effects on Chernobyl disaster liquidators. *Medline.ru*. 2008; 9: 362-372. <https://medline.ru/public/art/tom9/art033pdf.phtml> (data obrashcheniya 24.12.2025) (in Russian).

29. Fedorov V.P., Ushakov I.B., Astashova A.N. Primary response of afferent neuron to acute radiation exposure and alcohol intoxication. *Medline.ru*. 2020; 21: 550–560. <https://medline.ru/public/art/tom21/art44.html> (data obrashcheniya 24.12.2025) (in Russian).