

Н.Л. Проскурякова, А.В. Симаков, Ю.В. Абрамов, Т.М. Алферова

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТОЙ ПЕРСОНАЛА

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Наталия Леонидовна Проскурякова, e-mail: nlpros@mail.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Совершенствование методологии управления защитой персонала с учетом предлагаемых новых радиационно-гигиенических, методических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение защиты персонала радиационно-опасных объектов.

Материал и методы: Проведен сравнительный анализ основных управленческих мероприятий по решению задачи обеспечения радиационной безопасности персонала радиационно-опасных объектов и новых решений, разработанных в период 2018–2024 гг.

Результаты: На основании ранее проведенных исследований специалистами ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России по изучению условий труда персонала объектов использования атомной энергии разработан комплекс основных организационно-технических мероприятий, направленных на регулирование радиационной безопасности и управление защитой персонала, включающий: организацию и проведение радиационного контроля; прогнозирование доз облучения персонала; отбор персонала для выполнения радиационно-опасных работ, включая аварийно-восстановительные работы; планирование мероприятий по реализации принципа оптимизации радиационной защиты; разработку и установление контрольных уровней воздействия радиационных факторов; организацию обучения и тренировок персонала; постоянное повышение уровня культуры безопасности производства. Однако система управления защитой персонала требует постоянного совершенствования в соответствии с меняющимися параметрами производственной обстановки, современными технологиями, условиями труда и показателями здоровья персонала. В первую очередь данные изменения затронули процедуры установления контрольных уровней параметров радиационной обстановки и доз облучения персонала; определения перечня лиц, относящихся к персоналу групп А и Б на различных объектах Госкорпорации «Росатом» и отбора персонала, имеющего достаточный резерв индивидуальной дозы для выполнения радиационно-опасных работ в условиях повышенного планируемого облучения.

Заключение: По результатам проведенных исследований рекомендуется дополнить комплекс мероприятий, реализуемый для решения задачи управления радиационной безопасностью (защитой) персонала, усовершенствованными методами проведения отбора персонала аварийно-спасательных формирований, установления перечня лиц, относящихся к персоналу групп А и Б и установления контрольных уровней доз облучения и параметров радиационной обстановки.

Ключевые слова: управление радиационной защитой, контрольный уровень, повышенное планируемое облучение персонала, радиационный объект

Для цитирования: Проскурякова Н.Л., Симаков А.В., Абрамов Ю.В., Алферова Т.М. Актуальные задачи управления радиационной защитой персонала // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2025. Т. 70. № 5. С. 53–57. DOI:10.33266/1024-6177-2025-70-5-53-57

N.L. Proskuryakova, A.V. Simakov, Yu.V. Abramov, T.M. Alferova

Current Tasks of Personnel Radiation Protection Management

A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

Contact person: N.L. Proskuryakova, e-mail: nlpros@mail.ru

ABSTRACT

Purpose: Improving the methodology of personnel protection management, taking into account the proposed new radiation-hygienic, methodological and organizational measures aimed at ensuring the protection of personnel of radiation-hazardous facilities.

Material and methods: The article provides a comparative analysis of the main management measures to solve the problem of ensuring radiation safety of personnel of radiation-hazardous facilities and new solutions developed in the period 2018–2024.

Results: Based on previous research conducted by specialists of A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center for the study of working conditions of personnel of nuclear energy facilities, a set of basic organizational and technical measures aimed at regulating radiation safety and personnel protection management has been developed, including: organization and conduct of radiation monitoring; forecasting staff exposure doses; selection of personnel for performing radiation-hazardous work, including emergency recovery work; planning of measures to implement the principle of optimizing radiation protection; development and establishment of control levels of exposure to radiation factors; organization of training and training of personnel; continuous improvement of the level of industrial safety culture. However, the personnel protection management system requires constant improvement in accordance with the changing parameters of the production environment, modern technologies, working conditions and staff health indicators. First of all, these changes affected the procedures for establishing control levels of radiation conditions and radiation doses for personnel; determining the list of persons belonging to groups A and B personnel at various facilities of the Rosatom State Corporation and selecting personnel with a sufficient reserve of individual doses to perform radiation-hazardous work in conditions of increased planned exposure.

Conclusion: Based on the results of the conducted research, it is recommended to supplement the set of measures implemented to solve the problem of radiation safety management (protection) of personnel with improved methods for selecting personnel from emergency rescue units, establishing a list of persons belonging to groups A and B personnel, and establishing control levels of radiation doses and radiation environment parameters.

Keywords: radiation protection management, control level, increased planned exposure of personnel, radiation facility

For citation: Proskuryakova NL, Simakov AV, Abramov YuV, Alferova TM. Current Tasks of Personnel Radiation Protection Management. Medical Radiology and Radiation Safety. 2025;70(5):53–57. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2025-70-5-53-57

Введение

При эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения (ИИИ) неизбежно возникает риск вредного воздействия на работающего с ними персонала, поэтому управление защитой персонала и обеспечение радиационной безопасности является приоритетной задачей администрации объектов использования атомной энергии и органов регулирования радиационной безопасностью.

Проведенные специалистами ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России исследования по изучению условий труда персонала объектов использования атомной энергии позволили разработать комплекс основных организационно-технических мероприятий, направленных на регулирование радиационной безопасности и управление защитой персонала, включающий:

- организацию и проведение радиационного контроля;
- прогнозирование доз облучения персонала;
- отбор персонала для выполнения радиационно-опасных работ;
- планирование мероприятий по реализации принципа оптимизации радиационной защиты;
- разработку и установление контрольных уровней воздействия радиационных факторов;
- организацию обучения и тренировок персонала;
- постоянное повышение уровня культуры безопасности производства.

Результаты проведенных исследований и алгоритм действий практической реализации вышеизложенных мероприятий, уже были ранее опубликованы авторами [1].

В последующие годы нами были разработаны и внедрены методические документы^{1, 2}, а также опубликованы [2] результаты исследований по отбору персонала для выполнения радиационно-опасных работ в условиях повышенного планируемого облучения, внесшие существенные дополнения в методологию реализации мероприятий по управлению защитой персонала от вредного воздействия ионизирующих излучений.

Целью настоящей работы является совершенствование методологии управления защитой персонала с учетом предлагаемых новых радиационно-гигиенических, методических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение защиты персонала радиационно-опасных объектов.

Материал и методы

В процессе проведения научных исследований рассмотрены основные составляющие управленческих мероприятий по решению задачи обеспечения радиационной безопасности персонала радиационно-опасных объектов, подвергающегося в процессе производственной деятельности воздействию ИИИ. Проведен сравнительный анализ основных управленческих мероприятий по обеспечению радиационной безопасности персонала

¹ Руководство Р ФМБА 2.6.5. 001–2024. Гигиенические критерии для установления контрольных уровней параметров радиационной обстановки и доз облучения персонала (утв. 11.03.2024).

² Единые отраслевые методические указания по установлению перечня лиц, относящихся к персоналу групп А и Б организаций Госкорпорации «Росатом» (утверждены Приказом Госкорпорации «Росатом» № 1/1156-П от 12.06.2023).

радиационно-опасных объектов и новых решений, разработанных в период 2018–2024 гг.

Результаты и обсуждение

Под управлением радиационной безопасностью персонала, как правило, понимаются организационные и распорядительные приемы и способы воздействия на состояние радиационной безопасности персонала, носящие директивный и обязательный характер. Они основаны на дисциплине, ответственности, воспитании, обучении, принуждении и нормативно-документальном закреплении функций [3].

Установление контрольных уровней доз облучения персонала и параметров радиационной обстановки

В системе мероприятий по управлению радиационными рисками при работе с источниками ионизирующего излучения важная роль принадлежит установлению контрольных уровней (КУ) параметров радиационной обстановки и доз облучения персонала [4].

Контрольные уровни облучения персонала устанавливаются для управления дозами облучения и гарантии неперевышения основных пределов доз. Они устанавливаются для тех радиационных факторов³, которые контролируются согласно действующему на объекте Порядку проведения радиационного контроля⁴. В реальных производственных условиях для решения задач управления радиационной безопасностью персонала и оперативного контроля за радиационной обстановкой в соответствии с Р ФМБА 2.6.5. 001-2024⁵ могут устанавливаться следующие виды КУ:

- максимально возможные КУ, устанавливаемые из условия гарантированного неперевышения допустимых значений параметров радиационной обстановки и пределов доз облучения;
- КУ, устанавливаемые из условия закрепления достигнутых значений параметров радиационной обстановки и доз облучения на уровне ниже допустимых значений;
- КУ параметров радиационной обстановки, превышающие допустимые значения.

Максимально возможные значения КУ устанавливаются при проектировании радиационного объекта или в начальный период его эксплуатации (сроком не более двух лет) при отсутствии достаточного количества первичных данных радиационного контроля на основании значений основных дозовых пределов и допустимых

³ МУ 2.6.5.009–2016. 2.6.5. Атомная энергетика и промышленность. Объемная активность радионуклидов в воздухе на рабочих местах. Требования к определению среднегодовой объемной активности. Методические указания (утв. ФМБА России 22.04.2016).

⁴ МУ 2.6.5.028–2016. 2.6.5. Атомная энергетика и промышленность. Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения в условиях планируемого облучения. Общие требования. Методические указания (утв. ФМБА России 18.05.2016).

⁵ Руководство Р ФМБА 2.6.5. 001–2024. Гигиенические критерии для установления контрольных уровней параметров радиационной обстановки и доз облучения персонала (утв. 11.03.2024).

уровней с учётом неопределённости результатов измерений при применяемых средствах и методах контроля.

Общее требование учёта неопределённости измерения действующего радиационного параметра записывается следующим образом:

$$K_U \leq D_{U_F} / (1 + \theta), \quad (1)$$

где: K_U – максимальное значение КУ для радиационного параметра F; θ – относительная неопределённость измерения значения радиационного параметра F; D_{U_F} – допустимое значение этого параметра.

В табл. 1 приведены максимально возможные значения КУ доз облучения персонала группы А, рекомендованные Руководством Р ФМБА 2.6.5. 001–2024, а в табл. 2 – максимально возможные значения КУ параметров радиационной обстановки.

Таблица 1

Максимально возможные значения КУ доз облучения персонала группы А

The maximum possible radiation dose values for Group A personnel

№ п/п	Контролируемая величина	Относительная неопределённость использованного метода измерения	Контрольный уровень, мЗв
1	Годовая эффективная доза, обусловленная внешним гамма-облучением	0,3	15,4
2	Годовая эффективная доза, обусловленная внутренним облучением	1,5	8,0
3	Годовая эквивалентная доза облучения кожи, кистей и стоп бета-гамма-излучением	0,5	330
4	Годовая эквивалентная доза облучения хрусталика глаза бета-гамма-излучением	0,5	100

Таблица 2

Максимально возможные значения КУ параметров радиационной обстановки при монофакторном воздействии только указанного радиационного параметра

The maximum possible values of the parameters of the control levels of the radiation situation under the single-factor effect of only the specified radiation parameter

№ п/п	Параметр радиационной обстановки	Относительная неопределённость использованного метода измерения	Контрольный уровень
1	Мощность амбиентного эквивалента дозы внешнего гамма-излучения	0,3	9,1 мкЗв/час
2	Мощность амбиентного эквивалента дозы внешнего нейтронного излучения	0,5	7,8 мкЗв/час
3	Радиоактивное загрязнение бета-активными нуклидами поверхностей рабочих помещений постоянного пребывания персонала	0,3	1500 част/мин×см ²

В табл. 1 и 2 в качестве относительной неопределённости измерения использованы оценки значений неопределённости, характерные для большинства существующих в настоящее время методов радиационного контроля. При использовании более точных методов измерения максимальные значения КУ могут быть уменьшены.

КУ, устанавливаемые из условия закрепления достигнутых значений параметров радиационной обстановки на уровне ниже допустимых. Эти значения КУ устанавливаются на основе сбора, обобщения и статисти-

ческого анализа результатов радиационного контроля за предыдущий период (не менее одного года) после завершения начального периода эксплуатации радиационного объекта.

В реальных условиях эксплуатации радиационных объектов значения КУ должны быть значительно ниже рассчитанных максимально возможных значений.

КУ, которые превышают допустимые значения параметров радиационной обстановки, могут устанавливаться в тех случаях, когда время радиационного воздействия мало, а снижение существующих уровней связано со значительными трудо- и дозозатратами.

Регламентированная Руководством Р ФМБА 2.6.5. 001–2024 возможность в исключительных случаях устанавливать временные повышенные, по сравнению с допустимыми уровнями, значения КУ радиационных параметров является весомым вкладом в методологию осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Обязательным условием при этом является не превышение годового предела дозы, установленного для соответствующей группы персонала. Повышенные по сравнению с допустимыми уровнями значения КУ радиационных параметров должны быть тщательно обоснованы расчетами, подтверждающими, что:

- установление КУ, превышающих допустимые уровни, не приведет к превышению основных дозовых пределов облучения персонала;
- проведение мероприятий по «нормализации» радиационной обстановки приведет к большим дозозатратам, чем выполнение работ в условиях действия повышенных КУ.

Отбор персонала аварийно-спасательных формирований

Для работ по ликвидации последствий радиационных аварий привлечение персонала радиационных объектов в составе аварийно-спасательных формирований предусмотрено в следующих случаях [5]:

- для выполнения работ по ликвидации последствий аварии (ЛПА) при условии не превышения предела эффективной дозы облучения персонала 50 мЗв/год;
- для выполнения работ по ЛПА в условиях планируемого повышенного облучения в эффективной дозе до 100 мЗв/год или эквивалентной дозой, превышающей в 2 раза соответствующие пределы доз;
- для выполнения работ по ЛПА в условиях повышенного планируемого облучения (ППО) в эффективной дозе до 200 мЗв/год или эквивалентной дозой, превышающей в 4 раза соответствующие пределы доз.

В ранее проведенных исследованиях [6] отбор персонала для работ по ЛПА предлагается проводить на основе двух группы показателей.

В первую группу предлагается включить:

- радиологический критерий: эффективную накопленную дозу (НД) облучения за время профессиональной деятельности;
- медицинские критерии, к которым относятся:
 - показатели, характеризующие уровень утраты здоровья работника за счет воздействия неблагоприятных факторов жизнедеятельности, определяемые в результате периодических медицинских осмотров⁶;

⁶ Единые отраслевые методические указания по оформлению предварительных разрешений на ППО работников (персонала) аварийно-спасательных формирований ГК «Росатом» (утв. приказом ГК «Росатом» № 1/1518-П от 30.12.2019).

- показатели здоровья, используемые для оценки профессиональных рисков работников, включая состояние психофизиологической адаптации [6–7].

Во вторую группу предлагается включить показатели профессиональной адаптации работника и уровня напряжения регуляторных механизмов организма [8–10].

С точки зрения задачи управления радиационной защитой наибольший интерес представляет радиологический критерий – уровень накопленной за время профессиональной деятельности эффективной дозы, который предлагается классифицировать как низкий при НД <200 мЗв; при НД >200 <400 мЗв как средний; при НД >400 мЗв – как высокий (табл. 3).

Таблица 3

Уровни накопленной дозы для принятия решения о допуске к работам по ликвидации последствий аварий

Accumulated dose levels for making a decision to admission to eliminate work the consequences of accidents

№ п/п	Накопленная доза (мЗв)	Уровень накопленной дозы	Решение о допуске персонала к работам по ликвидации последствий аварий
1	< 200	Низкий	Работник может быть допущен к работам по ликвидации последствий аварий в условиях планируемого повышенного излучения до 200 мЗв/год
2	>200 до 400	Средний	Работник может быть допущен к работам по ликвидации последствий аварий в условиях планируемого повышенного излучения до 100 мЗв/год
3	> 400	Высокий	Работник может быть допущен к работам по ликвидации последствий аварий только при условии не превышения предела эффективной дозы 50 мЗв/год

Для работ, связанных с планируемым повышенным облучением следует определить группу работников-мужчин необходимой квалификации и специализации, имеющих запас по эффективной накопленной дозе на текущий момент времени, предпочтительно старше 30-летнего возраста [5].

Установление перечня лиц, относящихся к персоналу групп А и Б

Установление перечня лиц, относящихся к персоналу групп А и Б, является действенным инструментом регулирования радиационной безопасности и реализации принципа обоснования посредством ограничения числа персонала, осуществляющего обращение с техногенными источниками излучения, и снижения коллективной дозы облучения.

Деление категории облучаемого персонала на две группы обусловлено:

- различиями в условиях труда персонала данных групп;
- различиями между персоналом группы А и персоналом группы Б в значениях индивидуального

пожизненного риска возникновения ущерба здоровью от воздействия ИИИ;

- различиями в нормативах (основные пределы доз и допустимые уровни воздействия для одного радионуклида, пути поступления или одного вида внешнего облучения, являющиеся производными от основных пределов доз);
- различиями в требованиях к обеспечению радиационной безопасности.

В соответствии отраслевым методическим указаниям⁷ к персоналу группы А относятся работники, осуществляющие следующие операции, предусмотренные технологическим регламентом предприятия и должностными инструкциями:

- по добыче, производству, использованию, переработке, транспортированию и хранению ядерных материалов и радиоактивных веществ;
- связанные со сбором, транспортированием, переработкой, хранением и захоронением радиоактивных отходов;
- по обслуживанию устройств, генерирующих ионизирующее излучение (в том числе неиспользуемое рентгеновское);
- по производству, монтажу, ремонту, перезарядке, обслуживанию и демонтажу радиоизотопных приборов;
- по наладке, испытанию, тренировке, юстировке и эксплуатации установок низкоэнергетического рентгеновского излучения;
- по обслуживанию рентгеновских дефектоскопов;
- по зарядке и перезарядке радионуклидных дефектоскопов;
- по выполнению научно-исследовательских работ с ядерными материалами и радиоактивными веществами;
- по отработке ядерных технологий.

Критериями отнесения работников, не работающих непосредственно с техногенными источниками излучения (персонал группы Б) являются:

- работа на радиационном объекте или на территории его санитарно-защитной зоны;
- расположение постоянных рабочих мест указанных работников в зоне свободного доступа радиационного объекта.

Заключение

Управление радиационной безопасностью персонала является одной из основных задач органов регулирования радиационной безопасностью. По результатам проведенных исследований комплекс мероприятий, реализуемый для решения задачи управления радиационной безопасностью (защитой) персонала, рекомендуется дополнить следующими усовершенствованными методами:

- проведения отбора персонала аварийно-спасательных формирований;
- установления перечня лиц, относящихся к персоналу групп А и Б;
- установления контрольных уровней доз облучения и параметров радиационной обстановки.

⁷ Единые отраслевые методические указания по установлению перечня лиц, относящихся к персоналу групп А и Б организаций Госкорпорации «Росатом» (утверждены приказом ГК «Росатом» № 1/1156-П от 12.06.2023).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Симаков А.В., Абрамов Ю.В., Прокурякова Н.Л. Радиационно-гигиенические аспекты управления безопасностью персонала // Гигиена и санитария. 2017. Т.9. №96. С. 878-882. doi 10.18821/0016-9900-2017-96-9-878-882. EDN ZSSBIT.
2. Прокурякова Н.Л., Бобров А.Ф., Симаков А.В., Фортунатова Л.И. Методические подходы к отбору персонала аварийно-спасательных формирований для ликвидации последствий радиационных аварий // Медицина катастроф. 2023. №3. С. 13-18. doi 10.33266/2070-1004-2023-3-13-18. EDN BOBOYQ.
3. Публикация 75 МКРЗ. Общие принципы радиационной защиты персонала. Екатеринбург: Уралэкспоцентр, 1999. 93 с.
4. Симаков А.В., Абрамов Ю.В., Прокурякова Н.Л. и др. Методические подходы к установлению контрольных уровней параметров радиационной обстановки и доз облучения персонала // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2021. №66. С. 20-24. doi 10.12737/1024-6177-2021-66-1-20-24. EDN DLFMRM.
5. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009.
6. Прокурякова Н.Л. Показатели оценки профессиональных рисков работников объектов использования атомной энергии // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2022. №3. С. 36-40.
7. Прокурякова Н.Л. Актуальные вопросы методологического обеспечения оценки и управления профессиональными рисками работников объектов использования атомной энергии // Сборник трудов заочной научно-практической конференции «Актуальные вопросы медицины труда в условиях новой коронавирусной инфекции» / Под ред. С.В.Гребенькова. Санкт-Петербург, 17 мая 2022 г. СПб.: Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И.Мечникова, 2022. С. 189-196.
8. Баяевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. М.: Слово, 2008. 220 с.
9. Бобров А.Ф., Новикова Т.М., Седин В.И., Фортунатова Л.И. Системные критерии дифференциальной экспресс-диагностики донозологических нарушений профессионального здоровья работников объектов использования атомной энергии // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2023. №2. С. 29-34.
10. Бушманов А.Ю., Калинина М.Ю., Щербанов В.Ю., Седин В.И., Бобров А.Ф., Фортунатова Л.И. Функциональная надёжность в системе медико-психофизиологического обеспечения работников объектов использования атомной энергии. М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, 2022. 91 с.

REFERENCES

1. Simakov A.V., Abramov Yu.V., Proskuryakova N.L. Radiation Hygienic Aspects of Personnel Safety Management. *Gigiyena i Sanitariya* = Hygiene and Sanitation, Russian Journal. 2017;9:96:878-882 (In Russ.). doi 10.18821/0016-9900-2017-96-9-878-882. EDN ZSSBIT.
2. Proskuryakova N.L., Bobrov A.F., Simakov A.V., Fortunatova L.I. Methodological Approaches to the Selection of Personnel for Emergency Rescue Teams to Eliminate the Consequences of Radiation Accidents. *Meditsina Katastrof* = Disaster Medicine. 2023;3:13-18 (In Russ.). doi 10.33266/2070-1004-2023-3-13-18. EDN BOBOYQ.
3. *Publikatsiya 75 MKRZ. Obshchiye Printsipy Radiatsionnoy Zashchity Personala.* = Publication 75 ICRP. General Principles of Radiation Protection Of Personnel. Ekaterinburg, Ural'ekspotsentr Publ., 1999. 93 p. (In Russ.).
4. Simakov A.V., Abramov Yu.V., Proskuryakova N.L., et al. Methodological Approaches to Establishing Control Levels of Radiation Environment Parameters and Personnel Exposure Doses. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost'* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2021;66:20-24 (In Russ.). doi 10.12737/1024-6177-2021-66-1-20-24. EDN DLFMRM.
5. SanPiN 2.6.1.2523-09 Radiation Safety Standards. NRB-99/2009 (In Russ.).
6. Proskuryakova N.L. Indicators for Assessing Professional Risks of Workers at Nuclear Facilities. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost'* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2022;3:36-40 (In Russ.).
7. Proskuryakova N.L. Current Issues of Methodological Support for the Assessment and Management of Professional Risks of Workers at Nuclear Facilities. *Aktual'nyye Voprosy Meditsiny Truda V Usloviyakh Novoy Koronavirusnoy Infektsii* = Current Issues of Occupational Medicine in the Context of a New Coronavirus Infection. Collection of Works of the Correspondence Scientific and Practical Conference. Ed. S.V.Grebenkov. St. Petersburg, May 17, 2022. St. Petersburg, Severo-Zapadnyy Gosudarstvennyy Meditsinskiy Universitet imeni I.I.Mechnikova Publ., 2022. P. 189-196 (In Russ.).
8. Bayevskiy R.M., Berseneva A.P. *Vvedeniye v Donozologicheskuyu Diagnostiku* = Introduction to Pre-Clinical Diagnostics. Moscow, Slovo Publ., 2008. 220 p. (In Russ.).
9. Bobrov A.F., Novikova T.M., Sedin V.I., Fortunatova L.I. Systemic Criteria for Differential Express Diagnostics of Pre-Clinical Disorders of Occupational Health of Workers at Nuclear Facilities. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost'* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2023;2:29-34 (In Russ.).
10. Bushmanov A.Yu., Kalinina M.Yu., Shcheblanov V.Yu., Sedin V.I., Bobrov A.F., Fortunatova L.I. *Funktsional'naya Nadozhnost' v Sisteme Mediko-Psikhofiziologicheskogo Obespecheniya Rabotnikov Ob'yektov Ispol'zovaniya Atomnoy Energii* = Functional Reliability in the System of Medical and Psychophysiological Support of Workers at Nuclear Facilities. Moscow, Federal'nyy Meditsinskiy Biofizicheskii Tsentr im. A.I.Burnazyana Publ., 2022. 91 p. (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.
Поступила: 20.05.2025. Принята к публикации: 25.06.2025.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Financing. The study had no sponsorship.
Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.
Article received: 20.05.2025. Accepted for publication: 25.06.2025.