

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

DOI 10.26163/RAEN.2022.34.28.009

УДК 614.876

*K.N. Buzdalkin, V.S. Novikov, N.G. Vlasova, V.N. Bortnovskiy, A.A. Vorobiev*

### IMPROVEMENT OF BELARUS NUCLEAR INFRASTRUCTURE IN RADIATION PROTECTION

**Konstantin Buzdalkin** – Leading Researcher, the Laboratory of Radiation Protection, the Republican Research Center for Radiation Medicine and Human Ecology, PhD in Engineering, associate professor, Gomel, the Republic of Belarus; **e-mail:** [buzdalkin@tut.by](mailto:buzdalkin@tut.by).

**Vasily Novikov** – Vice President of the Russian Academy of Natural Sciences, Chairperson of Section of Interdisciplinary Problems of Science and Education of the Russian Academy of Natural Sciences, member of Russian Academy of Natural Sciences, Honored Science Worker, Winner of the State Prize of the Russian Federation in Science and Engineering, Doctor of Medicine, professor, St. Petersburg; **e-mail:** [raen.vsn@mail.ru](mailto:raen.vsn@mail.ru).

**Natalia Vlasova** – Head of the Laboratory of Radiation Protection, the Republican Research Center for Radiation Medicine and Human Ecology, Doctor of Biology, Professor, Gomel, the Republic of Belarus; **e-mail:** [natalie\\_vlasova@mail.ru](mailto:natalie_vlasova@mail.ru).

**Vladimir Bortnovskiy** – Head of the Department of Ecological and Preventive Medicine of Gomel State Medical University, corresponding member of Russian Academy of Natural Sciences, laureate of the International Prize “Chernobyl Star”, PhD in Medicine, associate professor, Gomel, the Republic of Belarus; **e-mail:** [kafog2@mail.ru](mailto:kafog2@mail.ru).

**Andrey Vorobiev** – Head of the Laboratory of Radiation Control, the Belarusian Nuclear Power Plant, Ostrovets, the Republic of Belarus; **e-mail:** [vorobiov.aa@belaes.by](mailto:vorobiov.aa@belaes.by).

*We analyze the documents of the International Atomic Energy Agency and the World Health Organization concerning radiation safety, emergency preparedness and response to radiological accidents, as well as the legal acts of the Republic of Belarus. Methodological guidelines of the Russian Federation were relied on. The experience of nuclear power plants operation and accident elimination is studied. We reveal that the In-vitro monitoring of the personnel using bioanalysis is not carried out in Belarus organizations dealing with nuclear installations and sources of ionizing radiation as well as other radiation facilities. Consequently, the assessment of radiation doses from the intake of "pure" alpha and beta emitters into the body is not provided. It is necessary to improve the republican nuclear infrastructure in the field of radiation protection.*

**Keywords:** nuclear infrastructure; medical response; radiation protection; radiation safety.

*К.Н. Буздалкин, В.С. Новиков, Н.Г. Власова, В.Н. Бортновский, А.А. Воробьев*

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЯДЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В ОБЛАСТИ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

**Константин Николаевич Буздалкин** – ведущий научный сотрудник лаборатории радиационной защиты государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека», кандидат технических наук, доцент, г. Гомель, Республика Беларусь; **e-mail:** [buzdalkin@tut.by](mailto:buzdalkin@tut.by).

**Василий Семенович Новиков** – вице-президент РАЕН, председатель Секции междисциплинарных проблем науки и образования, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженный деятель науки РФ, академик, доктор медицинских наук, профессор, г. Санкт-Петербург; **e-mail:** [raen.vsn@mail.ru](mailto:raen.vsn@mail.ru).

**Наталья Генриховна Власова** – заведующий лабораторией радиационной защиты государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии челове-

ка», доктор биологических наук, профессор, г. Гомель, Республика Беларусь; e-mail: [natalie\\_vlasova@mail.ru](mailto:natalie_vlasova@mail.ru).

**Владимир Николаевич Бортновский** – зав. кафедрой экологической и профилактической медицины учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» (УО «ГГМУ»), кандидат медицинских наук, доцент, г. Гомель, Республика Беларусь; e-mail: [kafog2@mail.ru](mailto:kafog2@mail.ru).

**Андрей Алексеевич Воробьев** – начальник лаборатории производственного радиационного контроля государственного предприятия «Белорусская АЭС», г. Островец, Республика Беларусь; e-mail: [vorobiov.aa@belaes.by](mailto:vorobiov.aa@belaes.by).

*Проведен анализ документов Международного агентства по атомной энергии и Всемирной организации здравоохранения в области радиационной безопасности, обеспечения аварийной готовности и реагирования на радиологические аварии, нормативных правовых актов Республики Беларусь. При этом применялись методические указания Российской Федерации. Изучен опыт эксплуатации и ликвидации аварий на атомных электростанциях. Установлено, что в организациях Республики Беларусь, эксплуатирующих ядерные установки и источники ионизирующего излучения, другие радиационные объекты, мониторинг персонала In-vitro с применением биоанализов не проводится. Следовательно, не предусмотрена оценка доз облучения от поступления в организм «чистых» альфа- и бета-излучателей. Необходимо совершенствовать республиканскую ядерную инфраструктуру в области радиационной защиты.*

**Ключевые слова:** ядерная инфраструктура; медицинское реагирование; радиационная защита; радиационная безопасность.

### **Введение**

Ядерная инфраструктура включает элементы, обеспечивающие государственную поддержку безопасной реализации национальной ядерной энергетической программы. Концепцию ядерной инфраструктуры сформулировало Международное агентство по атомной энергии (далее – МАГАТЭ) в документе «Вехи развития ядерной инфраструктуры атомной энергетики» [1] МАГАТЭ выделяет 19 элементов ядерной инфраструктуры, в том числе такие, как «Радиационная защита» и «Аварийная готовность».

Значимость и наполнение этих элементов меняются в зависимости от этапа развития атомной энергетики. Рекомендации по развитию инфраструктуры изложены в Специальном руководстве по безопасности МАГАТЭ «Создание инфраструктуры безопасности для ядерно-энергетической программы». Последние изменения в руководящие документы МАГАТЭ внесены в 2020 г. [8].

Целью работы является обоснование необходимости совершенствования ядерной инфраструктуры Республики Беларусь в области радиационной защиты.

**Материал и методы.** Проведён анализ документов МАГАТЭ и Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ) в области радиационной безопасно-

сти, обеспечения аварийной готовности и реагирования на радиологические аварии [2; 3; 4; 6; 7], нормативных правовых актов Республики Беларусь. Использовались методические указания Российской Федерации [5] и локальные правовые акты учреждений и предприятий, участвующих в медицинском реагировании на ядерные и радиологические аварийные ситуации в Республике Беларусь.

Изучен опыт эксплуатации атомных электростанций Российской Федерации и Украины. Учтены уровни облучения персонала в результате аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-дайти», а также результаты собственных оценок возможных запроектных аварий на Белорусской АЭС.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что в организациях Республики Беларусь, эксплуатирующих ядерные установки и источники ионизирующего излучения, другие радиационные объекты, мониторинг персонала In-vitro с применением биоанализов не проводится. Следовательно, не предусмотрена оценка доз облучения от поступления в организм «чистых» альфа- и бета-излучателей.

Необходимость оценки аварийных и незапланированных доз персонала ядерно- и радиационно-опасных объектов предусмотрена требованиями, изложенными в

руководящем документе МАГАТЭ и ВОЗ «Общие процедуры медицинского реагирования при ядерной или радиологической аварийной ситуации» [4]. При этом Руководство по безопасности МАГАТЭ «Оценка профессионального облучения вследствие поступления радионуклидов» [6] предписывает испытания биологических проб с относительно низким уровнем активности выполнять в радиохимических аналитических лабораториях, расположенных за пределами зон воздействия радиационно-опасных объектов. На основе результатов измерений оцениваются дозы внутреннего облучения персонала.

В Российской Федерации научную и практическую поддержку в области радиационной защиты персонала ядерно- и радиационно-опасных объектов оказывает ряд научных учреждений Федерального медико-биологического агентства, одним из таких учреждений является Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, в Украине – Государственный научно-технический центр ядерной и радиационной безопасности (ведомственная организация Государственной инспекции ядерного регулирования Украины) и Научно-исследовательский институт радиационной защиты Академии технических наук Украины.

Нормативными правовыми актами Республики Беларусь не установлен ряд требований и критериев в части контроля и оценки аварийных и незапланированных доз персонала ядерно- и радиационно-опасных объектов. Отсутствуют методические документы, устанавливающие порядок проведения соответствующих работ.

Проектной документацией ГП «Белорусская АЭС» контроль доз облучения от поступления в организм «чистых» альфа- и бета-излучателей также не предусмотрен, т.к. указанное облучение возможно только в аварийных ситуациях, при дефектах (отказах) средств индивидуальной защиты персонала или при нарушениях установленных организационно-технических мероприятий по обеспечению радиационной безопасности. По опыту эксплуатации АЭС Российской Федерации и Ук-

раины при безусловном выполнении требований действующих нормативных документов в части организационных и технических мероприятий по обеспечению радиационной безопасности при выполнении работ с источниками ионизирующего излучения и оборудованием, содержащим радиоактивные среды, поступление в организм «чистых» альфа- и бета-излучающих нуклидов не происходит.

Учитывая характер производственных процессов, связанных с обращением с радиоактивными средами и источниками ионизирующего излучения, как в период эксплуатации, так и при снятии с эксплуатации, необходима оценка доз, полученных в следующих специфических ситуациях облучения:

- поступление «чистых» альфа- и бета-излучателей в организм при выполнении работ в помещениях и на технологических системах с высокой активностью (концентрацией) альфа- и бета-излучателей в результате неэффективного использования средств индивидуальной защиты;
- поступление радиоактивных веществ в организм в количествах, приводящих к формированию доз внутреннего облучения, превышающих установленные пределы (и требующих, в связи с этим специальной оценки более точными методами);
- поступление радиоактивных веществ в организм через поврежденные кожные покровы (открытые раны);
- внешнее острое облучение в неконтролируемых условиях (вследствие возникновения самопроизвольной цепной реакции делящихся материалов или облучения отдельных участков тела при рентгеновской и гамма-дефектоскопии).

Кроме государственного предприятия «Белорусская АЭС» в Республике Беларусь функционируют и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты (ГНУ «ОИЯЭИ-Сосны», УП «Экорес», СЗАО «Изотопные технологии»), а также организации, выполняющие работы по рентгеновской и гамма-дефектоскопии, учреждения здравоохранения, осуществляющие обращение с радиоактивными препаратами и т.д., персонал которых также

может подвергаться значимому облучению в указанных условиях.

Кроме того, в Республике Беларусь существуют территории отчуждения со значительными остаточными уровнями радиоактивного загрязнения, сформированного в результате Чернобыльской аварии. Персонал, выполняющий работы в их пределах, подвергается риску облучения в результате поступления в организм т.н. «горячих частиц» – микроскопических фрагментов ядерного топлива Чернобыльской АЭС и продуктов его деления.

Стратегией обращения с радиоактивными отходами Белорусской АЭС предусмотрено создание объекта по обращению с радиоактивными отходами, для персонала которого вопрос оценки доз, полученных в указанных условиях облучения, также является актуальным.

В начале марта 2022 г. значительно возросли риски поступления «чистых» альфа- и бета-излучателей в организм жителей прилегающих территорий в результате боевых действий на радиационно опасных объектах. В частности, в результате проведения специальных операций в районах размещения АЭС и в украинском секторе Чернобыльской зоны отчуждения, где расположены хранилища отработанного ядерного топлива, а в объекте «Укрытие» остался корриум, также содержащий в большом количестве трансурановые элементы и  $^{90}\text{Sr}$ .

В целях совершенствования ядерной инфраструктуры на государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» (далее – РНПЦ) и др. учреждения Министерства здравоохранения возложены задачи оценки доз облучения и оказания медицинской помощи персоналу и населению, пострадавшему при радиационных авариях. В республике создан Ситуационный кризисный центр (далее – СКЦ) Министерства здравоохранения Республики Беларусь, в задачи которого входит оценка доз облучения населения и прогноз медицинских последствий радиационного облучения населения и персонала. РНПЦ входит в состав СКЦ и является ответственным за

выполнение указанных задач.

Учитывая сложившуюся в Республике Беларусь инфраструктуру радиационной защиты персонала, для ее дальнейшего совершенствования и обеспечения возможности контроля и оценки аварийных и незапланированных доз облучения, в 2021 г. Национальная комиссия по радиационной защите при Совете министров Республики Беларусь предложила создать лабораторию внутренней дозиметрии. В задачи лаборатории, в том числе, должно входить определение *in-vitro* содержания «чистых»  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучателей, а также трития в биологических пробах (мочи, крови и других биосубстратах) с оценкой величины поступления указанных радионуклидов в организм и соответствующих доз облучения. Лаборатории также необходимо поручить оценку и реконструкцию доз аварийного и незапланированного внешнего и внутреннего облучения.

Эксперты МАГАТЭ считают создание лаборатории внутренней дозиметрии важной задачей, которая может быть поддержана МАГАТЭ в рамках проекта технического сотрудничества на следующем цикле (2024–2025 гг.). Данный проект, наряду с поставкой оборудования будет включать обучение и экспертную поддержку лаборатории со стороны МАГАТЭ.

**Заключение.** Необходимо усовершенствовать республиканскую ядерную инфраструктуру в области радиационной защиты. Предлагается привести инфраструктуру в соответствие с рекомендациями МАГАТЭ. В Законе Республики Беларусь «О радиационной безопасности» от 18.06.2019 г. № 198-3 в ст. 11 «Полномочия Министерства здравоохранения в области обеспечения радиационной безопасности» в п. 1.9 указано, что Министерство здравоохранения «обеспечивает проведение оценки доз облучения населения и доз профессионального облучения от источников ионизирующего излучения». В целях обеспечения обследования персонала на содержание в организме «чистых» альфа- и бета-излучателей необходимо создание в республике лаборатории внутренней дозиметрии на базе научного учреждения. Её основной задачей является

не столько проведение измерений, сколько оценка и реконструкция доз облучения различных органов и тканей на основе разработки биокинетических и дозиметрических моделей, позволяющих с достаточной точностью по результатам анализов мочи и крови оценивать распределение «чистых» альфа- и бета-излучающих радионуклидов по органам и тканям, скорости их накопления (депонирования), перераспределения и выведения из организма.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вехи развития национальной инфраструктуры ядерной энергетики. Серия изданий МАГАТЭ по ядерной энергии, № NG-G-3.1. (Rev. 1). Вена: Международное агентство по атомной энергии, 2020.

2. Готовность и реагирование на ядерную или радиологическую чрезвычайную ситуацию. Серия норм безопасности МАГАТЭ. Общие требования по безопасности GSR-7. Вена: Международное агентство по атомной энергии, 2016.

3. Критерии для использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации. Общее руководство по безопасности GSG-2. Вена: Международ-

ное агентство по атомной энергии, 2012.

4. Общие процедуры медицинского реагирования при ядерной или радиологической аварийной ситуации. Серия «Аварийная готовность и реагирование», IAEA-EPR-MEDICAL. Вена: Международное агентство по атомной энергии, 2009.

5. Определение дозы незапланированного или аварийного облучения персонала предприятий Госкорпорации «Росатом»: методические указания МУ 2.6.5.040-2016. М.: ФМБА России, 2016.

6. Оценка профессионального облучения вследствие поступления радионуклидов. Руководство по безопасности. Серия норм безопасности, № RS-G-1.2. Вена: Международное агентство по атомной энергии, 1999.

7. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности GSR-3. Вена: Международное агентство по атомной энергии, 2015. 520 с.

8. Establishing the safety infrastructure for a nuclear power programme. Specific safety guide. IAEA Safety Standards Series No. SSG-16 (Rev. 1). Vienna: International atomicenergyagency, 2020.