

УДК 331.43:331.48

Ш. К. Абикенова, Г. К. Даумова, Т. Т. Немеренов, Э. А. Кульмагамбетова

*РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт
по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения
Республики Казахстан», Астана, Казахстан*

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ РАДИАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Аннотация. В статье проанализировано влияние радиационного ионизирующего излучения на организм работников и вопросы выбора релевантных неблагоприятному воздействию средств индивидуальной защиты. Степень воздействия изучаемого фактора установлена по результатам аттестации рабочих мест на примере предприятия по производству тепловыделяющих сборок и их компонентов для реакторов атомных электростанций. В ходе исследований установлено, что уровни ионизирующего излучения (γ -излучение), обнаруженные на некоторых рабочих местах, значительно превышают действующие нормативы 2,5 мкЗв/ч. Проведен сравнительный анализ выбора средств индивидуальной защиты с использованием действующего подхода на основе межотраслевых норм и нового подхода, разработанного в ходе научных исследований на базе «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», основанного на применении номенклатуры. Рекомендовано применить в качестве релевантной защиты от радиационного воздействия ионизирующего излучения шлем, защитные очки, фильтрующие маски, защитный костюм изолирующий.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, γ -излучение, условия труда, радиационное воздействие, средства индивидуальной защиты.

Введение. В современных условиях развития новых технологий, материалов и техники, важное значение отводится к обеспечению профессиональной деятельности в соответствии с требованиями безопасного труда. Многие из имеющихся на новых производственных объектах факторы, воздействующие на организм работника, являются более или менее изученными.

Среди них стоит отметить радиационное воздействие ионизирующего излучения, в том числе в результате применения природных радиоактивных материалов таких как уран, торий и других радиоактивных элементов. Более подробно о причинении вреда здоровью работника в результате контакта с радиоактивными материалами представлено в работе [1]. Оценка последствий для здоровья, связанных с воздействием ионизирующего излучения в различных профессиональных группах стала предметом обширных исследований. К примеру, работники атомной промышленности обычно подвергаются длительному облучению в малых дозах и низкой мощности дозы, то есть такому типу облучения, который особенно актуален в контексте радиационной защиты населения [2].

Зарубежными исследователями выявлена взаимосвязь между смертностью и воздействием ионизирующего излучения на рабочих 5 урановых заводов, вовлеченных в цикл производства ядерного топлива во Франции, с потенциальным

внутренним и внешним радиационным облучением [3]. Риск смертности от рака предстательной железы и легкого был значительно выше у работников, подвергшихся воздействию кумулятивной дозы внешнего облучения выше 50 мГр, по сравнению с необлученными.

Радиационное облучение в высоких дозах (обычно > 100 или 200 мЗв для человека) считается вредным и увеличивает заболеваемость раком. Некоторые исследователи считают радиационное облучение ниже 200 мЗв опасным, основываясь на гипотезе линейного отсутствия порога [4].

Эта гипотеза была предложена в свое время Германом Мюллером [5]. В этой гипотезе связь между дозами облучения и вероятностью стохастических эффектов радиации, то есть заболеваемости раком и генетическими эффектами, предполагается линейной, и, таким образом, радиация увеличивает заболеваемость раком даже при низких дозах. Позже Национальной Академией наук США и Международной комиссией по радиационной защите была выдвинута гипотеза, что радиация опасна даже при дозах менее 100 мГр [6].

Другими исследователями было изучено воздействие малых доз и малой мощности дозы внешнего ионизирующего излучения, в том числе смертность от рака среди работников атомной промышленности в США, Великобритании и Канаде [7]. В работе были представлены результаты объединенных на международном уровне анализов данных о смертности 95673 рабочих (85,4 % мужчин), прошедших обследование на предмет внешнего облучения ионизирующим излучением и проработавших в течение 6 месяцев и более в атомной промышленности одной из трех стран. Анализы были сделаны для получения более точной непосредственной оценки канцерогенных эффектов длительного низкоуровневого воздействия внешнего, преимущественно гамма-излучения. Комбинированный анализ охватил в общей сложности 2124526 человеко-лет в группе риска и 15825 смертей, 3976 из которых были связаны с раком. Среди 31 другого изученного специфического типа рака значимая связь наблюдалась только для множественной миеломы (44 случая смерти).

Также в другой работе исследователями были установлены риск рака в результате профессионального воздействия ионизирующего излучения на 308 297 рабочих во Франции, Великобритании и США [8]. Из 66 632 известных смертей к концу периода наблюдения 17 957 были связаны с раком. Результаты показали линейный рост заболеваемости раком с увеличением радиационного облучения. Средняя кумулятивная доза в толстой кишке, оцененная среди облученных рабочих, составила 20,9 мГр. Предполагаемый уровень смертности от всех видов рака, за исключением лейкемии, увеличивался с кумулятивной дозой на 48%.

В Соединенных Штатах Америки были проведены крупномасштабные наблюдательные исследования на когортах работников атомной отрасли для поиска неблагоприятных исходов профессионального гамма-излучения с низкой дозой и низкой мощностью дозы [9]. Было установлено, что рабочие, подвергшиеся воздействию высоких доз, наоборот, показали снижение смертности от болезней органов дыхания, кровообращения и рака по сравнению с работниками, подвергавшимися воздействию γ -излучения с низкой дозой и низкой мощностью дозы.

В другом исследовании была обнаружена положительная связь между длительным облучением в малых дозах (средняя кумулятивная доза = 1,1 мГр/год) и смертностью от лейкемии [10].

Можно также отметить, что ионизирующее излучение может вызывать вредные биологические эффекты, такие как изменение функциональности клеток, индуцировать мутации в клетках, которые становятся злокачественными, или непосредственно вызывать гибель клеток в результате повреждения дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) [11-13].

Характерным свойством ионизирующих излучений является то, что энергия, высвобождаемая при ионизации, может разрушать молекулярную структуру вещества, на которое она падает, высвобождая, таким образом, ионы или электроны и другие различные типы излучения, которые могут вызывать последовательное повреждение клеток. Следовательно, ионизирующее излучение может вызывать прямые или косвенные формы повреждения ДНК. Косвенное повреждение происходит за счет образования активных форм кислорода и свободных радикалов в результате радиолиза воды, которые могут повредить нуклеиновые кислоты, окислить белки и липиды [14]. Ионизирующее излучение также может напрямую влиять на структуру ДНК в клетках, индуцируя двухцепочечные разрывы, которые представляют серьезную угрозу стабильности генома [15]. Радиационно-индуцированные повреждения ДНК могут в конечном итоге привести к гибели клеток (например, апоптозу, некрозу, старению), митотической недостаточности и мутациям [16], доля которых зависит от поглощенной дозы [17].

Общеизвестно, что ионизирующее излучение является доказанным катарактогеном для человека. Клетки хрусталика глаз являются одними из наиболее радиочувствительных клеток организма, вслед за онкологическими заболеваниями и болезнями системы кровообращения. Лучевые нарушения в глазном хрусталике могут наблюдаться при относительно небольших дозах радиации [18].

В работе [19] дан анализ эпидемиологических данных с 2011 года, касающихся катаракты и других заболеваний глаз (глаукомы и дегенерации желтого пятна), особенно при низких дозах и низких мощностях доз.

Исследователями [20] обнаружено, что у работников ПО «Маяк» (Российская Федерация) совокупный риск развития катаракты увеличивался линейно с повышением хронической кумулятивной эффективной дозы внешнего γ -излучения на уровне $\geq 0,25$ Зв. Дальнейшее исследование этих же исследователей показало, что риск для каждого из трех основных типов катаракты также увеличивался линейно с хронической кумулятивной эффективной дозой внешнего γ -излучения на уровне $\geq 0,25$ Зв [21]. В работе авторов было установлено, что радиационное облучение в низкой дозе (< 100 мГр) и низкой мощности дозы (обычно < 5 мГр/ч) вызывает катаракту [22].

Таким образом, радиационное воздействие ионизирующего излучения и его последствия могут оказать существенное негативное влияние на здоровье работника и условия труда.

Материалы и методы исследования. Авторами были изучены условия труда на одном из предприятий в г. Усть-Каменогорск Восточно-Казахстанской области. Предприятие занимается выпуском тепловыделяющих сборок (ТВС) и их

компонентов для реакторов атомных электростанций. Для установления соответствия условий труда требованиям безопасности были проведены инструментальные замеры ионизирующего излучения (γ -излучение) с помощью дозиметра ДКГ-02 «Арбитр».

Результаты и их обсуждение. В ходе проведения исследований выявлено, что на 13 рабочих местах (таблица 1) основным вредным фактором воздействия является ионизирующее излучение (γ -излучение).

Результаты анализа замеров ионизирующего излучения показали, что содержание фактического уровня ионизирующего излучения на некоторых рабочих местах составляет от 4,7-5,1 мкЗв/ч, что превышает предельно допустимого уровня ионизирующего излучения 2,5 мкЗв/ч (таблица 1).

Таблица 1 - Результаты измерений ионизирующего излучения на рабочих местах

№	Наименование должности	Ионизирующее излучение, мкЗв/ч: γ -излучение
1	Профессия 1	5,1
2	Профессия 2	5,1
3	Профессия 3	5,1
4	Профессия 4	5,1
5	Профессия 5	5,1
6	Профессия 6	5,1
7	Профессия 7	4,7-5,1
8	Профессия 8	4,7-5,1
9	Профессия 9	-
10	Профессия 10	0,11
11	Профессия 11	5,0
12	Профессия 12	4,8-5,1
13	Профессия 13	4,8-5,1

На основании проведенных замеров на рабочих местах выявлены превышения предельно допустимой дозы по ионизирующему излучению на всех рабочих местах в 1,88-2,04 раза кроме профессии № 9. Согласно гигиеническим критериям по указанным рабочим местам установлен класс условий труда 3.1.

В таблице 2 представлен сравнительный анализ выбора средств индивидуальной защиты (СИЗ) на примере профессии № 12.

В таблице 2 указаны стандартный нормативный перечень набора СИЗ по данной профессии согласно межотраслевым типовым норм [23], а также согласно нового подхода в соответствии с номенклатурой СИЗ, разработанной РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан [24].

Таблица 2 - Сравнительный анализ обеспечения СИЗ

№	Наименование профессии	СИЗ по типовым нормам	СИЗ согласно номенклатуре
1	Профессия №12	1. Костюм из хлопчатобумажной ткани 2. Белье нательное (нательная рубаша и кальсоны) 3. Гольфы или носки 4. Берет (косынка) из х/б ткани 5. Перчатки безворсовые 6. Перчатки нитриловые 7. Перчатки трикотажные тонкие 8. Полуботинки или ботинки композитным подноском 9. Респиратор противоаэрозольный класса защиты не ниже FFFP3 (ШБ-1 «Лепесток-200») 10. Фартук пластиковый 11. Нарукавники пластиковые 12. Комбинезон из материалов с полимерным покрытием 13. Головной убор с полимерным покрытием 14. Перчатки с полимерным покрытием	Шлем Защитные очки Фильтрующие маски Защитный костюм изолирующий

Как видно из таблицы 2, рекомендуется применить в качестве релевантной защиты от воздействия ионизирующего излучения шлем, защитные очки, фильтрующие маски и защитный костюм изолирующий [25].

Для снижения риска нарушений здоровья при воздействии ионизирующего излучения работники предприятия должны быть обеспечены правильно подобранными СИЗ. В этой связи, необходимо внедрить новый подход, который позволяет правильно выбрать СИЗ для обеспечения защиты от ионизирующего излучения.

Заключение. Настоящая работа посвящена изучению условий труда рабочих предприятия по производству ТВС и их компонентов для реакторов атомных электростанций на примере одного из предприятий. В рамках проведенной экспериментальной работы были исследованы условия труда по основным профессиональным группам. В ходе исследований было выявлено, что уровни ионизирующего излучения на всех рабочих местах, кроме специалиста по учету компонентов не соответствовали нормативным значениям, что превышало предельно-допустимую дозу в 1,88-2,04 раза. Оценка профессионального риска показала, что по каждой из исследованных профессий его степень равна трем, т.е. средний уровень риска, соответствующий классу условий труда 3.1.

Для улучшения условий труда работников предприятия рекомендуется использование новых эффективных, передовых СИЗ с учетом риск-ориентированного подхода. При выборе СИЗ необходимо учитывать конкретные условия производственного процесса, вид и длительность воздействия на работающих опасного или вредного производственного фактора, а также индивидуальные особенности работающих. Только правильное применение СИЗ может обеспечить максимальный защитный эффект от их использования на рабочих местах.

Отметим, что регулирование международных стандартов СИЗ обычно осуществляется Управлением по охране труда Министерства труда США (OSHA) [26]. В этой связи, необходимо также на национальном уровне закрепить ответственность по координации этого важного вопроса за уполномоченным органом в Казахстане, открыть лабораторию по СИЗ.

В статье представлены результаты научных исследований, полученные в ходе реализации научно-технической программы на тему: «*Риск-ориентированные организационно-экономические механизмы обеспечения безопасного труда в условиях современного Казахстана*» (ИРН OR11865833) в рамках программно-целевого финансирования научных исследований Республиканского научно-исследовательского института по охране труда МТСЗН РК.

Список литературы

1. Ильин Н. Ю., Бородина А. А. Проблемы охраны здоровья работников при использовании радиоактивных материалов для оказания медицинской помощи в правовом порядке Европейского союза // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Образование и педагогические науки. – 2022. – № 1(842). – С. 129-135.
2. Vaiserman A., Koliada A., Zabuga O., Socol Y. Health Impacts of Low-Dose Ionizing Radiation: Current Scientific Debates and Regulatory Issues // Dose-Response. – 2018. – № 16(3). – P. 155932581879633.
3. Bouet S., Davesne E., Samson E., Jovanovic I., Blanchardon E., Challeton-de Vathaire C., Laurent O. Analysis of the association between ionizing radiation and mortality in uranium workers from five plants involved in the nuclear fuel production cycle in France // International Archives of Occupational and Environmental Health. – 2018. doi:10.1007/s00420-018-1375-7.
4. Shibamoto Y., Nakamura H. Overview of Biological, Epidemiological, and Clinical Evidence of Radiation Hormesis // Int. J. Mol. Sci. – 2018. – № 19. – P. 2387.
5. Muller H. J. Artificial transmutation of the gene // Science. – 1927. – № 66. – P. 84-87.
6. Calabrese E. J. On the origins of the linear no-threshold (LNT) dogma by means of untruths, artful dodges and blind faith // Environ. Res. – 2015. – № 142. – P. 432-442.
7. Cardis E., Gilbert E. S., Carpenter L., Howe G., Kato I., Armstrong B. K., Lave C. Effects of Low Doses and Low Dose Rates of External Ionizing Radiation: Cancer Mortality among Nuclear Industry Workers in Three Countries // Radiation Research. – 1995. - № 142(2). – P. 117.
8. Richardson D. B., Cardis E., Daniels R. D., Gillies M., O'Hagan J. A., Hamra G. B., Kesminiene A. Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS) // BMJ. – 2015. – P. 5359.
9. Gilbert E. S., Fry S. A., Wiggs L. D., Voelz G. L., Cragle D. L., Petersen G.R. Analyses of combined mortality data on workers at the Hanford Site, Oak Ridge National Laboratory, and Rocky Flats Nuclear Weapons Plant // Radiat Res. – 1989. - № 120(1). – P. 19-35.
10. Leuraud K., Richardson D. B., Cardis E. Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS): an international cohort study // Lancet Haematol. – 2015. – № 2(7). – P. 276-281.
11. Wang J. S., Wang H. J., Qian H. L. Biological effects of radiation on cancer cells // Mil. Med. Res. – 2018. – № 5. – P. 20.
12. Azzam E. I., Jay-Gerin J. P., Pain D. Ionizing radiation-induced metabolic oxidative stress and prolonged cell injury // Cancer Lett. – 2012. – № 327. – P. 48-60.

13. Stanley F. K. T., Berger N. D., Pearson D.D., Danforth J.M., Morrison H., Johnston J.E., Warnock T. S., Brenner D. R., Chan J. A., Pierce G. A high-throughput alpha particle irradiation system for monitoring DNA damage repair, genome instability and screening in human cell and yeast model systems // *Nucleic Acids Res.* – 2020. – № 48. – P. 111.
14. Nikitaki Z., Hellweg C. E., Georgakilas A. G., Ravanat J. L. Stress-induced DNA damage biomarkers: Applications and limitations // *Front. Chem.* – 2015. – № 3. – P.35.
15. Borrego-Soto G., Ortiz-Lopez R., Rojas-Martinez A. Ionizing radiation-induced DNA injury and damage detection in patients with breast cancer // *Genet. Mol. Biol.* – 2015. – № 38. – P. 420-432.
16. Eriksson D., Stigbrand T. Radiation-induced cell death mechanisms // *Tumor Biol.* – 2010. – № 31. – P. 363–372.
17. Golden E., Pellicciotta I., Demaria S., Barcellos-Hoff M. A., Formenti S. The convergence of radiation and immunogenic cell death signaling pathways // *Front. Oncol.* – 2012. – № 2. – P. 88.
18. Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Дибиргаджиев И.Г., Вайнсон А. А., Калинина М. В., Бирюков А. П. Избыточный относительный риск катарактогенных нарушений хрусталика у работников ядерной индустрии: систематический обзор и мета-анализ // *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* – 2023. – Т. 68. – № 3. – С. 21–32.
19. Hamada N., Azizova T. V., Little M. P. An update on effects of ionizing radiation exposure on the eye // *The British Journal of Radiology.* – 2020. – № 93. – P.1115.
20. Azizova T. V., Bragin E. V., Hamada N, Bannikova M. V. Risk of cataract incidence in a cohort of Mayak PA workers following chronic occupational radiation exposure // *PLoS One.* – 2016. – № 11. – P. 0164357.
21. Azizova T. V., Hamada N, Grigoryeva E. S., Bragin E. V. Risk of various types of cataracts in a cohort of Mayak workers following chronic occupational exposure to ionizing radiation // *Eur J Epidemiol.* – 2018. – v.33. – № 1193. – P. 204.
22. Little M. P., Kitahara C. M., Cahoon E. K., Bernier M-O., Velazquez-Kronen R., Doody M. M. Occupational radiation exposure and risk of cataract incidence in a cohort of US radiologic technologists // *Eur J Epidemiol.* – 2018. – v.33., № 1179. – P. 91.
23. Об утверждении норм выдачи специальной одежды и других средств индивидуальной защиты работникам организаций различных видов экономической деятельности [Текст]: Приказ № 943: утв. Министром здравоохранения и социального развития Республики Казахстан 08.12.15: введ. в действие с 01.01.16.
24. Свидетельство. Производство науки. Номенклатура средств индивидуальной защиты в зависимости от вредных производственных факторов и степени их воздействия [Текст] / Н. Б. Абдрахманова, Ш. К. Абикенова, Н. Г. Джумагулова, Э. А. Кульмагамбетова, Л. К. Жанкулова, А. О. Байкенов (Республика Казахстан); заявитель РГП на ПХВ «РНИИОТ МТСЗН РК». – № 28600; заявл. 28.06.22; опубл. 06.09.22. – 2 с.: ил.
25. ГОСТ 12.4.217-2001 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от радиоактивных веществ и ионизирующих излучений. Требования и методы испытаний [Текст]. – Введ. 2003-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 22 с.: ил.; 29 см.
26. Kening M. Z., Groen K. Personal Protective Equipment // In: *StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.* – 2023. – Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK589639/>

References

1. Il'in N. YU., Borodina A. A. Problemy ohrany zdorov'ya rabotnikov pri ispol'zovanii radioaktivnyh materialov dlya okazaniya medicinskoj pomoshchi v pravoporyadke Evropejskogo soyuza// Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta. Obrazovanie i pedagogicheskie nauki. – 2022. – № 1(842). – S. 129-135.
2. Vaiserman A., Koliada A., Zabuga O., Socol Y. Health Impacts of Low-Dose Ionizing Radiation: Current Scientific Debates and Regulatory Issues // Dose-Response. – 2018. – № 16(3). – P. 155932581879633.
3. Bouet S., Davesne E., Samson E., Jovanovic I., Blanchardon E., Challeton-de Vathaire C., Laurent O. Analysis of the association between ionizing radiation and mortality in uranium workers from five plants involved in the nuclear fuel production cycle in France // International Archives of Occupational and Environmental Health. – 2018. - doi:10.1007/s00420-018-1375-7
4. Shibamoto Y., Nakamura H. Overview of Biological, Epidemiological, and Clinical Evidence of Radiation Hormesis // Int. J. Mol. Sci. – 2018. – № 19. – P. 2387.
5. Muller H. J. Artificial transmutation of the gene // Science. – 1927. – №66. – P. 84-87.
6. Calabrese E.J. On the origins of the linear no-threshold (LNT) dogma by means of untruths, artful dodges and blind faith // Environ. Res. – 2015. – №142. – P. 432–442.
7. Cardis E., Gilbert E. S., Carpenter L., Howe G., Kato I., Armstrong B. K., Lave C. Effects of Low Doses and Low Dose Rates of External Ionizing Radiation: Cancer Mortality among Nuclear Industry Workers in Three Countries // Radiation Research. – 1995. - №142(2). – P. 117.
8. Richardson D. B., Cardis E., Daniels R. D., Gillies M., O'Hagan J. A., Hamra G. B., Kesminiene A. Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS) // BMJ. – 2015. – P. 5359.
9. Gilbert E. S., Fry S. A., Wiggs L. D., Voelz G. L., Cragle D. L., Petersen G.R. Analyses of combined mortality data on workers at the Hanford Site, Oak Ridge National Laboratory, and Rocky Flats Nuclear Weapons Plant // Radiat Res. – 1989. – № 120(1). – P. 19–35.
10. Leuraud K., Richardson D. B., Cardis E. Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS): an international cohort study // Lancet Haematol. – 2015. – № 2(7). – P. 276-281.
11. Wang J. S., Wang H. J., Qian H. L. Biological effects of radiation on cancer cells // Mil. Med. Res. – 2018. – №5. – P. 20.
12. Azzam E. I., Jay-Gerin J. P., Pain D. Ionizing radiation-induced metabolic oxidative stress and prolonged cell injury // Cancer Lett. – 2012. – №327. – P. 48-60.
13. Stanley F. K. T., Berger N. D., Pearson D. D., Danforth J. M., Morrison H., Johnston J. E., Warnock T. S., Brenner D. R., Chan J. A., Pierce G. A high-throughput alpha particle irradiation system for monitoring DNA damage repair, genome instability and screening in human cell and yeast model systems // Nucleic Acids Res. – 2020. – № 48. – P. 111.
14. Nikitaki Z., Hellweg C. E., Georgakilas A. G., Ravanat J. L. Stress-induced DNA damage biomarkers: Applications and limitations // Front. Chem. – 2015. – № 3. – P.35.
15. Borrego-Soto G., Ortiz-Lopez R., Rojas-Martinez A. Ionizing radiation-induced DNA injury and damage detection in patients with breast cancer // Genet. Mol. Biol. – 2015. – № 38. – P. 420-432.
16. Eriksson D., Stigbrand T. Radiation-induced cell death mechanisms // Tumor Biol. – 2010. – № 31. – P. 363-372.
17. Golden E., Pellicciotta I., Demaria S., Barcellos-Hoff M. A., Formenti S. The convergence of radiation and immunogenic cell death signaling pathways // Front. Oncol. – 2012. – № 2. – P. 88.

18. Koterov A. N., Ushenkova L. N., Dibirgadzhiyev I. G., Vajnsong A. A., Kalinina M. V., Biryukov A. P. Izbytochnyj odnositel'nyj risk kataraktogennyh narushenij hrustalika u rabotnikov yadernoj industrii: sistematicheskij obzor i meta-analiz // Medicinskaya radiologiya i radiacionnaya bezopasnost'. – 2023. – Т. 68. – № 3. – С. 21–32.
19. Hamada N., Azizova T. V., Little M. P. An update on effects of ionizing radiation exposure on the eye // The British Journal of Radiology. 2020. – № 93. – P.1115.
20. Azizova T. V., Bragin E. V., Hamada N, Bannikova M. V. Risk of cataract incidence in a cohort of Mayak PA workers following chronic occupational radiation exposure // PLoS One. – 2016. – №11. – P. 0164357.
21. Azizova T. V., Hamada N, Grigoryeva E. S., Bragin E. V. Risk of various types of cataracts in a cohort of Mayak workers following chronic occupational exposure to ionizing radiation // Eur J Epidemiol. – 2018. – v.33. – №1193. – P. 204.
22. Little M. P., Kitahara C. M., Cahoon E. K., Bernier M-O., Velazquez-Kronen R., Doody M. M. Occupational radiation exposure and risk of cataract incidence in a cohort of US radiologic technologists // Eur J Epidemiol. – 2018. v.33. – № 1179. – P. 91.
23. Ob utverzhdenii norm vydachi special'noj odezhdy i drugih sredstv individual'noj zashchity rabotnikam organizacij razlichnyh vidov ekonomicheskoy deyatelnosti [Tekst]: Prikaz № 943: utv. Ministrom zdrazvoohraneniya i social'nogo razvitiya Respubliki Kazahstan 08.12.15: vvod. v dejstvie s 01.01.16.
24. Svidetel'stvo. Proizvedenie nauki. Nomenklatura sredstv individual'noj zashchity v zavisimosti ot vrednyh proizvodstvennyh faktorov i stepeni ih vozdeystviya [Tekst] / N. B. Abdrahmanova, Sh. K. Abikenova, N. G. Dzhumagulova, E. A. Kulmagambetova, L. K. Zhankulova, A. O. Bajkenov (Respublika Kazahstan); zayavitel' RGP na PHV «RNIOT MTSZN RK». – № 28600; zayavl. 28.06.22; opubl. 06.09.22. – 2 s.: il.
25. GOST 12.4.217-2001 Sistema standartov bezopasnosti truda. Sredstva individual'noj zashchity ot radioaktivnyh veshchestv i ioniziruyushchih izluchenij. Trebovaniya i metody ispytanij [Tekst]. – Vved. 2003-01-01. – M. : Izd-vo standartov, 2002. – 22 s. : il.; 29 sm.
26. Kening M. Z., Groen K. Personal Protective Equipment // In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. – 2023. – Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK589639/>

Ш. К. Абикенова, Г. К. Даумова, Т. Т. Немеренов, Э. А. Кульмагамбетова

*«Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК,
Астана, Қазақстан*

ИОНДАУШЫ СӘУЛЕЛЕНУДІҢ РАДИАЦИЯЛЫҚ ӘСЕРІНЕН ЖЕКЕ ҚОРҒАНЫС ҚҰРАЛДАРЫН ТАҢДАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада радиациялық иондаушы сәулеленудің жұмысшылардың ағзасына әсері және қолайсыз әсерге сәйкес жеке қорғаныс құралдарының таңдау мәселелері талданған. Зерттелетін фактордың әсер ету дәрежесі атом электр станцияларының реакторлары үшін жылу бөлетін жинақтарды және олардың компоненттерін өндіру кәсіпорнының мысалында жұмыс орындарын аттестаттау нәтижелері бойынша анықталды. Зерттеу барысында кейбір жұмыс орындарында анықталған иондаушы сәулелену (γ-сәулелену) деңгейі қолданыстағы нормативтерден 2,5 мкЗв/сағаттан едәуір асып түсетіні анықталды. Номенклатураны қолдануға негізделген «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық

ғылыми-зерттеу институты» базасында ғылыми зерттеулер барысында әзірленген салааралық нормалар мен жаңа тәсіл негізінде қолданыстағы тәсілді пайдалана отырып жеке қорғаныс құралдарын таңдауына салыстырмалы талдау жүргізілді. Иондаушы сәулеленудің радиациялық әсерінен тиісті қорғаныс ретінде шлем, қорғаныс көзілдірігі, сүзгі маскалары, оқшаулағыш қорғаныс костюмін қолдану ұсынылады.

Түйінді сөздер: иондаушы сәулелену, γ -сәулелену, еңбек жағдайлары, радиациялық әсер, жеке қорғаныс құралдары.

Sh. K. Abikenova, G. K. Daumova, T. T. Nemerenov, E. A. Kulmagambetova

*RSE on REU «Republican Research Institute of Occupational Safety and Health under the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan»,
Astana, Kazakhstan*

FEATURES OF CHOOSING PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT FOR RADIATION EXPOSURE OF IONIZING RADIATION

Abstract. The article analyzes the impact of ionizing radiation on the health of workers and the selection of relevant personal protective equipment to mitigate its adverse effects. The degree of influence of the studied factor is determined based on the certification results of workplaces, using the example of a company producing heat-generating assemblies and their components for nuclear power plant reactors. During the research, it was found that levels of ionizing radiation (γ -radiation) detected at some workplaces significantly exceed the current norms of 2.5 μ Sv/h. A comparative analysis of the choice of personal protective equipment is conducted, using the existing approach based on industry standards and a new approach developed through scientific research at the Republican Research Institute of Occupational Safety and Health under the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, which is based on nomenclature application. It is recommended to use helmets, protective goggles, filtering masks, and insulating protective suits as relevant protection against radiation exposure of ionizing radiation.

Key words: ionizing radiation, γ -radiation, working conditions, radiation exposure, personal protective equipment.

Авторлар туралы мәлімет / Сведения об авторах / Information about the authors

Шолпан Кәкімжанқызы Әбікенова – физика-математика ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының бас директоры. Қазақстан, Астана, Кравцов көшесі, 18. E-mail: nauka@rniiot.kz

Гүлжан Қамалбекқызы Даумова – техника ғылымдарының кандидаты, «Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК Шығыс Қазақстан облыстық филиалының жетекші ғылыми қызметкері. Қазақстан, Өскемен, Белинский көшесі, 32. E-mail: Gulzhan.daumova@mail.ru

Талғат Тоқтарқанұлы Немеренов – «Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК Шығыс Қазақстан облыстық филиалының директоры. Қазақстан, Өскемен, Белинский көшесі, 32. E-mail: gshso2@mail.ru

Эльмира Амангелдіқызы Құлмағамбетова – химия ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының биомониторинг және еңбек гигиенасы бөлімінің жетекшісі. Қазақстан, Астана, Кравцов көшесі, 18, E-mail: elya_kulmagambet@mail.ru

Абикенова Шолпан Какимжановна – кандидат физико-математических наук, генеральный директор РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Казахстан, Астана, улица Кравцова, 18. E-mail: nauka@rniiot.kz

Даумова Гульжан Камалбеккызы – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Восточно-Казахстанского областного филиала РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Казахстан, Усть-Каменогорск, улица Белинского, 32, E-mail: Gulzhan.daumova@mail.ru

Немеренов Талгат Токтарканович – директор Восточно-Казахстанского областного филиала РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Казахстан, Усть-Каменогорск, улица Белинского, 32, E-mail: gshso2@mail.ru

Кульмагамбетова Эльмира Амангельдиевна – кандидат химических наук, руководитель отдела биомониторинга и гигиены труда РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Казахстан, Астана, улица Кравцова, 18, E-mail: elya_kulmagambet@mail.ru

Sholpan K. Abikenova – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, General Director of the Republican Research Institute of Occupational Safety and Health under the MLSPP of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Astana, Kravtsov Street, 18. E-mail: nauka@rniiot.kz

Gulzhan K. Daumova – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the East Kazakhstan regional Branch of the Republic Research Institute of Occupational Safety and Health under the MLSPP of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk, Belinsky Street, 32. E-mail: Gulzhan.daumova@mail.ru

Talgat T. Nemerenov – Director of the East Kazakhstan regional Branch of the Republic Research Institute of Occupational Safety and Health under the MLSPP of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk, Belinsky Street, 32. E-mail: gshso2@mail.ru

Elmira A. Kulmagambetova – Candidate of Chemical Sciences, Head of the Biomonitoring and Occupational Hygiene Department of the Republican Research Institute of Occupational Safety and Health under the MLSPP of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Astana, Kravtsov Street, 18. E-mail: elya_kulmagambet@mail.ru