

УДК 699.887.3; 666.972

К ВОПРОСУ РЕШЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ ПО «ПХЗ»

БЕЛИКОВ А. С.¹, *д.т.н., проф.*,
ПИЛИПЕНКО А. В.^{2*}, *к.т.н., доц.*,
ШАЛОМОВ В. А.³; *к.т.н., доц.*,
КАПЛЯ А. И.⁴, *к.т.н.*,
КОРОЛЬ Р. И.⁵, *маг.*

^{1*} Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, г. Днепр, Украина, 49600, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, г. Днепр, Украина, 49600, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: avpiliipenko79@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9644-3118

³ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov_v_a@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

⁴ Учебный центр ГП «38 ОИТЧ», г. Каменское, пр. Аношкина, 179, Украина, тел. +38 (0569) 58-64-86 e-mail: kaplya50@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0361-5436

⁵ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: rkoroll@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8945-5495

Аннотация. *Цель.* Повышение безопасности жизнедеятельности работников Государственного предприятия «38 отдел инженерно-технических частей» (ГП «38 ОИТЧ») на радиационно-загрязненной территории бывшего уранового производства производственного объединения «Приднепровский химический завод» (ПО «ПХЗ») в соответствии со сферой деятельности службы радиационного контроля. *Методика.* При проведении исследований использовали стандартные методы исследований радиационной опасности, рекомендованные НРБУ и МКРЗ. *Результаты.* Общая длина периметра всей южной промышленной площадки, на территории которой расположено сразу три хвостохранилища: «Западное», «Центральный Яр» и «Юго-Восточное», составляет 6342 м. Для проведения измерений было предложено разделить весь периметр южной части промышленной площадки на 7 постов и 30 последовательных участков с фиксированным местоположением и определенной длиной. Измерение МПД и МЭД γ -излучения и β -излучения на территории периметра каждого из хвостохранилищ выполнялось по маршрутам обхода охранников на тропе наряда через каждые 20 м на хвостохранилищах южной части промышленной площадки. Измерение α -излучения на территории периметра проводилось в контрольных точках вокруг периметра хвостохранилища «Центральный Яр», где имеют место аномальные участки. Для обобщения данных измерений, которые проводились в период с мая 2006 года по ноябрь 2011 года сотрудниками кафедры «Безопасности жизнедеятельности» вместе с сотрудниками службы технического и радиационного обеспечения ГП «38 ОИТЧ» был проведен мониторинг периметров по тропе наряда. *Научная новизна.* Впервые на основе проведенных исследований установлены закономерности изменения радиационной опасности на маршрутах охраны хвостохранилищ в зависимости от времени года и климатических условий. *Практическая значимость.* Проведены комплексные исследования на территории бывшего уранового производства ПО «ПХЗ», согласно Государственной программе приведения опасных объектов ПО «ПХЗ» в экологически безопасное состояние и обеспечения защиты населения от вредного влияния ионизирующего излучения, что позволило оценить радиационную опасность на маршрутах движения охраны.

Ключевые слова: радиационная опасность, радиационное загрязнение, дозиметрия, ионизирующие излучения, эксхалация, радионуклиды, доза облучения

ДО ПИТАННЯ ВИРШЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ ПІВДЕННОГО ПРОМИСЛОВОГО МАЙДАНЧИКА ВО «ПХЗ»

БЕЛІКОВ А. С.¹, *д.т.н., проф.*,
ПИЛИПЕНКО О. В.^{2*}, *к.т.н., доц.*
ШАЛОМОВ В. А.³; *к.т.н., доц.*,
КАПЛЯ О. І.⁴, *к.т.н.*,
КОРОЛЬ Р. І.⁵, *маг.*

^{1*} Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24а, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: avpilipenko79@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9644-3118

³ Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov_v_a@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

⁴ Навчальний центр ДП «38 ВІТЧ», м. Кам'янське, пр. Аношкіна, 179, Україна, тел. +38 (0569) 58-64-86 e-mail: kaplya50@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0361-5436

⁵ Кафедра безпеки життєдіяльності, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: rkorol1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8945-5495

Анотація. *Ціль.* Підвищення безпеки життєдіяльності працівників Державного підприємства «38 відділ інженерно-технічних частин» (ДП «38 ВІТЧ») на радіаційно-забрудненій території колишнього уранового виробництва виробничого об'єднання «Придніпровський хімічний завод» (ВО «ПХЗ») відповідно до сфери діяльності служби радіаційного контролю. *Методика.* При проведенні досліджень використовували стандартні методи досліджень радіаційної небезпеки, рекомендовані НРБУ і МКРЗ. *Результати.* Загальна довжина периметра всього південного промислового майданчика, на території якого розташовано відразу три хвостосховища: «Західне», «Центральний Яр» і «Південно-Східне», становить 6342 м. Для проведення вимірювань було запропоновано розділити весь периметр південної частини промислового майданчика на 7 постів і 30 послідовних ділянок з фіксованим місцем розташування та певною довжиною. Вимірювання ППД і ПЕД γ -випромінювання і β -випромінювання на території периметра кожного з хвостосховищ виконувалося за маршрутами обходу охоронців на стежці наряду через кожні 20 м на хвостосховищах південної частини промислового майданчика. Вимірювання α -випромінювання на території периметра проводилося в контрольних точках навколо периметра хвостосховища «Центральний Яр», де мають місце аномальні ділянки. Для узагальнення даних вимірювань, які проводилися в період з травня 2006 року по листопад 2011 року співробітниками кафедри «Безпеки життєдіяльності» разом зі співробітниками служби технічного та радіаційного забезпечення ДП «38 ВІТЧ» був проведений моніторинг периметрів по стежці наряду. *Наукова новизна.* Вперше на основі проведених досліджень встановлено закономірності зміни радіаційної небезпеки на маршрутах охорони хвостосховищ в залежності від пори року і кліматичних умов. *Практична значимість.* Проведено комплексні дослідження на території колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ», згідно Державної програми приведення небезпечних об'єктів ВО «ПХЗ» в екологічно безпечний стан і забезпечення захисту населення від шкідливого впливу іонізуючого випромінювання, що дозволило оцінити радіаційну небезпеку на маршрутах руху охорони.

Ключові слова: радіаційна небезпека, радіаційне забруднення, дозиметрія, іонізуюче випромінювання, ексхаляція, радіонукліди, доза опромінення

SOLUTIONS TO THE PROBLEM OF RADIATION SAFETY IN THE SOUTHERN INDUSTRIAL SITE PA «PCP»

BELIKOV A. S.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
 PILIPENKO O. V.^{2*}, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*,
 SHALOMOV V. A.³; *Cand. Sc. (Tech.), Associate Prof.*,
 KAPLIA O. I.⁴, *Cand. Sc. (Tech.)*,
 KOROL' R. I.⁵, *master's degree*.

¹ Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro 49600, Ukraine, phone +38 (056) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Department of vital activity safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, phone +38 (056) 756-34-57, e-mail: avpilipenko79@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9644-3118

³ Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, phone +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov_v_a@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

⁴ The educational center SE «38 DETU», Kam'yanske, 179, Anoshkina av. Ukraine, phone +38 (0569) 58-64-86 e-mail: kaplya50@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0361-5436

⁵ Department of Life Safety, SHEE «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro 49600, Ukraine, phone +38 (056) 756-34-57, e-mail: rkorol1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8945-5495

Abstract. *Purpose.* Life safety improving the State Enterprise 38 department engineering units (SE «38 DETU») in the radiation-contaminated areas of the former uranium mining production association «Pridneprovskiy Chemical Plant» (PA «PCP») in accordance with the scope of radiation monitoring service activities. *Method.* In conducting research using the standard methods of radiation

hazard studies recommended by the ICRP and NRB. **Results.** The total length of the perimeter of the entire southern industrial area, on the territory of which are located just three tailings. «The West», «Central Yar» and «South-East», is 6342 m for the measurement has been proposed to divide the entire perimeter of the southern part of the industrial site at 7 posts 30 and successive areas of fixed location and a certain length. Measurement of RAD and DER gamma-radiation and β -radiation on the territory of the perimeter of each of the tailings was carried on routes bypassing the guards on the trail outfit every 20 m in the southern part of the tailings industrial site. Measurement of α -radiation on the perimeter of the territory was carried out at the control points around the perimeter of the tailings «Central Yar», where there are abnormal areas. To summarize the data measurements, which were conducted in the period May 2006 to November 2011, the employees of the department «Life Safety» together with the staff of technical service and maintenance of radiation SE «38 DETU» monitor the perimeters of the trail attire was held. **Scientific novelty.** For the first time, based on studies the regularities of changes in radiation hazard protection on routes tailings, depending on the time of year and weather conditions. **Practical meaningfulness.** Complex investigations on the territory of the former uranium production PD «PCP», according to the State program of bringing dangerous objects PD «PCP» in an environmentally safe condition and to ensure the protection of the population, of the harmful effects of ionizing radiation, which allowed us to estimate the radiation hazard on the route protection, adjacent to the tailings, «West», «Central Yar».

Keywords: radiation hazard, radiation contamination, dosimetry, ionizing radiation, exhalation, radionuclides, radiation dose

Постановка проблемы

Наличие огромного количества отходов уранового производства на территории Южной промышленной площадки ПО «ПХЗ» создает угрозу здоровью и жизни работников, радиационную опасность территории жилой зоны г. Каменское, Днепропетровской области и Украины [1-4].

Анализ последних исследований, выделение нерешенных ранее частей общей проблемы

Радиация увеличивает активность всех биологических систем. Основными химическими элементами, составляющими тела человека, являются углерод, кислород, водород и сера. Кислород играет главную роль в расщеплении углеводов и жиров для получения энергии. Эта энергия используется клетками для построения белков, необходимых для формирования тканей тела. Кислород также играет ключевую роль в образовании ферментов, действующих в качестве катализаторов в биохимических реакциях [8, 10-13].

Поскольку кислород присутствует в больших количествах внутри и вне клеток, образование большого количества химически активного кислорода при радиационном облучении приводит к разрушению других химических соединений в клетках, так как их молекулы будут стремиться к возвращению в стабильное состояние.

Пораженными веществами в теле могут быть жиры или белки, жизненно необходимые для нормальной деятельности клеток. При поражении определенных белков, находящихся в клетке, результатом могут быть мутации, которые, в свою очередь, могут сделать организм предрасположенным к раку [5-9].

Цель работы

Повышение безопасности жизнедеятельности на радиационно-загрязненной территории бывшего уранового производства ПО «Приднепровский химический завод».

Изложение основного материала исследований

Общая длина периметра всей южной промышленной площадки, на территории которой расположено сразу три хвостохранилища: «Западное», «Центральный Яр» и «Юго-Восточное», составляет 6342 м (рис. 1). Для проведения измерений было предложено разделить весь периметр южной части промышленной площадки на 7 постов и 30 последовательных участков с фиксированным местоположением и определенной длиной (табл. 1-2 и рис. 1) [1, 2].

Таблица 1

Общие данные о хвостохранилищах «Западное», «Центральный Яр» и «Юго-Восточное» / General information about tailings «Western», «Central Yar» and «South-East»

Название Хвостохранилища	Площадь тыс. м ²	Период эксплуатации, (года)	Заскладировано, млн.т	Активность, Бк	МПД, мкГр/час
«Западное»	60	1949-1954	0,77	1,81·10 ¹⁰	0,1-10
«Центральный Яр»	24	1950-1954	0,22	1,04·10 ¹⁴	0,12-6,1
«Юго-Восточное»	36	1956-1990	0,33	0,6710 ¹⁴	0,18-26,4

Таблица 2

Разделение всего периметра Южной части промышленной площадки на 7 постов и 30 участков / Dividing the entire perimeter of the southern part of the industrial site at 7 stations and 30 sections

Номер поста	Номер участков	Длина участка (метры)	МПД, мкГр/час	Примечание
1	27,28,29	508	0,02-0,85	
2	1, 2, 30	490	0,09-3,2	
3	3, 4, 5, 6, 7, 8	1186	0,21-8,3	Западное, Центральный Яр
4	9, 10, 11, 12	830	0,1-1,9	Пересечение с загрязненной территорией
5	13, 14, 15, 16	468	0,01-0,84	Юго-восточное
6	17, 18, 19, 20, 21 22	1050	0,1-0,43	
7	23, 24, 25, 26	825	0,05-1,67	

Измерение МПД и МЭД γ -излучения и β -излучения на территории периметра каждого из хвостохранилищ выполнялось по маршрутам обхода охранных нарядов через каждые 20 м на

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Радиационная безопасность зданий и сооружений с учетом инновационных направлений в строительстве [Текст]: учебник для студентов вузов / А. С. Беликов, Г. С. Калда, А. В. Пилипенко и др.; под общ. ред. А. С. Беликова. Днепропетровск: «Середняк Т. К.», 2013. – 367с.
2. Радиационная безопасность зданий с учетом инновационных направлений в строительстве [Текст]: учебник для студентов вузов / В. Ф. Запрудин, А. С. Беликов, О. С. Гупало и др.; под общ. ред. А. С. Беликова. Днепропетровск: Баланс-Клуб, 2009. – 352с.
3. Лисиченко Г. В. Мировой опыт реабилитации урановых производств / Лисиченко Г. В., Ковач В. Е. // Сб. статей «Техногенно- экологическая безопасность и гражданская защита». — Кременчуг, 2011. — Вып. 6. — С.4—12.
4. Коваленко Г. Д. Радиоэкология Украины: Монография. — 3-е изд., доп. и перераб. / Коваленко Г. Д. — Харьков: ИД «ИНЖЕК», 2013. — 344с.
5. Rosnick R., 2013, «CAP88-PC Version 3.0 User Guide» available at: URL: http://www.epa.gov/radiation/docs/cap88/V3userguide_020913.pdf
6. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : Державні гігієнічні нормативи. — Київ: Відділ поліграфії Укр. центру держсанепідемнагляду МОЗ України, 1998. — 125с.
7. Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. — New York. — 2000.
8. Radiation protection. ICRP Publication 60 1990 Recommendations of the International Commission on Radioecological Protection (ICRP). — N.Y. : Pergamon Press, 1991. — 197p.
9. Bennett B.G. Exposures from worldwide release of radionuclides. Proceeding of an international symposium on environment impact of radioactive release, IAEA, Vienna 8–12 May 1995. — P. 3–32.
10. Danielle A.H. Rasolonjatovo, Hiroyuki Suzuki, Naoya Hirabayashi, Tomoya Nunomiya, Takashi Nakamura end Noriaki Nakao. Measurement for the Dose-rates of the Cosmic-ray Components of the Ground.— J. Radiat. Res.— 2002.— 43, SUPPI, S27– 33.
11. Hiroyuki Sagawa, Itsumasa Urabe. Estimation of Absorbed Dose Rates in Air Based on Densities of Cosmic Ray Muons and Electrons on the Ground Levels in Japan. — J. of Nuclear Science and Technology. — 2001.— V. 38, № 12, p.1103 – 1108.
12. Обращение с отработанными источниками ионизирующего излучения в Украине : монография / А. А. Кретинин, А. Н. Животенко, О. К. Авдеев, А. Н. Летучий, Л. В. Широков. - Киев: «Куприянова», 2006. – 320 с.
13. Алёшин Ю.Г., Торогов И.А. Безопасность урановых хвостохранилищ в долговременном аспекте // «Проблемы радиоэкологии и управления отходами уранового производства в Центральной Азии», Бишкек, 2011 – С.15-18.

REFERENCES

1. Belikov A.S., Kalda G.S. and Pilipenko A.V. *Radiatsionnaya bezopasnost zdaniy i sooruzheniy s uchetom innovatsionnykh napravleniy v stroitelstve* [Radiation safety of buildings and structures taking into account the innovative trends in construction]. Dnepropetrovsk: Serednyak T.K., 2013. – 367p. (in Russian).
2. Zaprudin V.F., Belikov A.S. and Gupalo O.S. *Radiatsionnaya bezopasnost zdaniy s uchetom innovatsionnykh napravleniy v stroitelstve* [Radiation safety of buildings taking into account the innovative trends in construction]. Dnepropetrovsk: Balans-Klub, 2009. – 352p. (in Russian).
3. Lisichenko G.V. and Kovach V.E. *Mirovoy opyt reabilitatsii uranovykh proizvodstv* [World experience of rehabilitation of uranium production]. *Tekhnogenno- ekologicheskaya bezopasnost i tsivilnaya zaschita* – [Technogenic and ecological safety of civilian protection]. Kremenchug, 2011. — issue 6. — pp. 4—12. (in Russian).
4. Kovalenko G.D. *Radioekologiya* [Radioecology]. Harkov: ID INZHEK, 2013. — 344p. (in Russian).
5. Rosnick R., 2013, «CAP88-PC Version 3.0 User Guide» available at: URL: http://www.epa.gov/radiation/docs/cap88/V3userguide_020913.pdf
6. MOZ Ukraini. *Normi radiatsiynoyi bezpeki Ukraini (NRBU-97)* [State hygiene standards. Radiation Safety Standards of Ukraine] — Kiyiv: Viddil poligrafii Ukr. tsentru derzhсанепідемнагляду, 1998. — 125 p. (in Ukrainian).
7. Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. — New York. — 2000.
8. Radiation protection. ICRP Publication 60 1990 Recommendations of the International Commission on Radioecological Protection (ICRP). — N.Y. : Pergamon Press, 1991. — 197p.
9. Bennett B.G. Exposures from worldwide release of radionuclides. Proceeding of an international symposium on environment impact of radioactive release, IAEA, Vienna 8–12 May 1995. — P. 3–32.
10. Danielle A.H. Rasolonjatovo, Hiroyuki Suzuki, Naoya Hirabayashi, Tomoya Nunomiya, Takashi Nakamura end Noriaki Nakao. Measurement for the Dose-rates of the Cosmic-ray Components of the Ground.— J. Radiat. Res.— 2002.— 43, SUPPI, S27– 33.
11. Hiroyuki Sagawa, Itsumasa Urabe. Estimation of Absorbed Dose Rates in Air Based on Densities of Cosmic Ray Muons and Electrons on the Ground Levels in Japan. — J. of Nuclear Science and Technology. — 2001.— V. 38, № 12, p.1103 – 1108.
12. Kretinin A.A., Zhivotenko A.N., Avdeev O.K., Letuchiy A.N. and Shirokov L.V. *Obraschenie s otrabotannymi istochnikami ioniziruyushchego izlucheniya v Ukraine* [Management of spent sources of ionizing radiation in Ukraine]. Kiev: Kupriyanova, 2006. – 320 p. (in Russian).
13. Alyoshin Yu.G. and Torogov I.A. *Bezopasnost uranovykh hvostokhranilisch v dolgoremennom aspekte* [Security of uranium tailings in the long-term aspect]. *Problemy radioekologii i upravleniya othodami uranovogo proizvodstva v Tsentralnoy Azii* – [Problems of radioecology and waste management of uranium production in Central Asia]. Bishkek, 2011 – pp. 15-18. (in Russian).

Статья поступила в редколлегию 01.09.2016