

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(25)

2021 г.

Учредитель

Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр
радиационной медицины
и экологии человека»

Журнал включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь, Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 12.04.21
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 130 экз.
Усл. печ. л. 23. Уч.-изд. л. 13,85.
Зак. 28/1.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины и
экологии человека»
Свидетельство N 1/410 от 14.08.2014

Отпечатано в КУП
«Редакция газеты
«Гомельская праўда»
г. Гомель, ул. Полесская, 17а

ISSN 2074-2088

Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., профессор, зам. гл. редактора),
В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беляковский (д.м.н., профессор), К.Н. Буздакин (к.т.н., доцент), Н.Г. Власова (д.б.н., профессор, научный редактор), А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Веякин (к.б.н., доцент), А.В. Воропаева (к.б.н., доцент), Д.И. Гавриленко (к.м.н.), А.В. Жарикова (к.м.н.), С.В. Зыблева (к.м.н., отв. секретарь), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), А.В. Коротаев (к.м.н., доцент), А.Н. Лызилов (д.м.н., профессор), А.В. Макарич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), В.М. Мицура (д.м.н., доцент), Я.Л. Навменова (к.м.н., доцент), Э.А. Надыров (к.м.н., доцент), И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), А.С. Подгорная (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), И.П. Ромашевская (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н., доцент), А.П. Саливончик (к.б.н.), А.Е. Силин (к.б.н., доцент), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), И.О. Стома (д.м.н., доцент), Н.И. Шевченко (к.б.н., доцент), Ю.И. Ярец (к.м.н., доцент)

Редакционный совет

Е.Л. Богдан (МЗ РБ, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), О.В. Алейникова (д.м.н., чл.-кор. НАН РБ, Минск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), В.И. Жарко (Минск), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., профессор, Пинск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (МЗ РБ, Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Д. Тронько (д.м.н., чл.-кор. НАН, акад. НАМН Украины, Киев), А.Л. Усс (д.м.н., профессор, Минск), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Д. Шило (Минск)

Технический редактор

С.Н. Никонович

Адрес редакции 246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97
<http://www.mbp.rcrm.by> e-mail: mbp@rcrm.by

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр
радиационной медицины и экологии человека», 2021

№ 1(25)

2021

Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

Founder

Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

Journal registration
by the Ministry of information
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

ISSN 2074-2088

Обзоры и проблемные статьи

- А.В. Рожко**
Чернобыльская катастрофа 35 лет спустя: медицинские аспекты 6
- В.М. Мицура**
Применение секвенирования нового поколения (NGS) в медицине 13

Медико-биологические проблемы

- А.П. Бирюков, И.В. Веялкин, Э.П. Коровкина, Ю.В. Орлов, Е.В. Васильев, И.Г. Дибиргаджиев**
Сравнительный анализ показателей заболеваемости злокачественными новообразованиями пациентов лечебно-профилактических учреждений ФМБА России и населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях Беларуси, и смертности от них 19
- К.Н. Бuzдалкин, Н.Г. Власова, А.В. Рожко**
Ингаляционное поступление радионуклидов в зонах воздействия АЭС 29
- В.В. Евсеенко, В. Дроздович, А.В. Рожко, И.В. Веялкин, В.Ф. Миненко, Т.С. Кухта, С.Н.Трофимик, Р.И. Гракович, О.Н. Полянская, Л.С. Старостенко, Е. Кахун, М. Хэтч, М. Литтл, А.В. Бреннер, Е. Остроумова, К. Мабучи**
Состояние здоровья и оценка доз, поглощенных в щитовидной железе, в белорусской когорте лиц, подвергшихся облучению внутриутробно и в раннем возрасте после аварии на ЧАЭС 36
- В.В. Кляус, Е.В. Николаенко, С.И. Сычик, О.М. Жукова**
Разработка программы аварийного радиационного мониторинга вокруг Белорусской АЭС и АЭС сопредельных государств 47
- Е.В. Кравченко, Е.В. Санько-Счисленок, О.Н. Саванец, И.В. Жебракова, Р.Д. Зильберман, Н.А. Бизунок, Б.В. Дубовик**
Влияние дипептида Pro-Gly на зоосоциальное поведение аутбредных и инбредных мышей 60

Reviews and problem articles

- A.V. Rozhko**
Chernobyl disaster 35 years later: medical aspects
- V.M. Mitsura**
The application of next-generation sequencing (NGS) in medicine

Medical-biological problems

- A.P. Biryukov, I.V. Veyalkin, E.P. Korovkina, Yu.V. Orlov, E.V. Vasiliev, I.G. Dibirgadzhiyev**
Comparative analysis of cancer incidence and mortality rates of patients of therapeutic and preventive institutions of FMBA Russia and population living on radiactively contaminated territories of the Republic of Belarus
- K.N. Buzdalkin, N.G. Vlasova, A.V. Rozhko**
Inhalation of radionuclides in the areas of nuclear power plant exposure
- V.V. Yauseyenko, V. Drozdovitch, A.V. Rozhko, I.V. Veyalkin, V.F. Minenko, T.S. Kukhta, S. Trofimik, R. Grakovitch, O.N. Polyanskaya, L. Starastsenka, E.K. Cahoon, M. Hatch, M.P. Little, A.V. Brenner, E. Ostroumova, K. Mabuchi**
Assessment of health effects and reliability of radiation thyroid doses for belarusian persons exposed *in utero* and during early life to Chernobyl fallout
- V. Kliaus, A. Nikalayenka, S. Sychik, O. Zhukova**
Development of the emergency radiation monitoring program around the Belarusian NPP and NPP of the neighboring states
- E.V. Kravchenko, E.V. Sanko-Chislenok, O.N. Savanets, I.V. Zhebrakova, R.D. Zilberman, N.A. Bizunok, B.V. Dubovik**
Effect of the pro-gly dipeptide on the zosocial behavior of outbred and inbred mice

В.А. Мельник Типологические особенности формирования соматического статуса городских школьников	67	V.A. Melnik Typological features of somatotic status formation of urban schoolchildren	
Е.В. Снытков, В.Н. Кипень, С.Б. Мельнов Роль генетического полиморфизма и межгенного взаимодействия в повышении вероятности развития патологической игровой зависимости	72	E.V. Snytkov, V.N. Kipen, S.B. Melnov Role of genetic polymorphism and inter-gene interference in increased probability of the pathological game dependence development	
О.П. Сергеева, Н.А. Артемова, Е.Н. Александрова Противоопухолевого эффективность химиотерапии в условиях общей гипертермии в эксперименте <i>in vivo</i>	81	O.P. Sergeeva, N.A. Artemova, E.N. Alexandrova Antitumor efficacy of thermochemotherapy <i>in vivo</i> experiment	
В.А. Филонюк, В.В. Шевляков, Е.В. Чернышова, Г.И. Эрм, А.В. Буйницкая, С.А. Баранов Токсиколого-гигиеническое обоснование безопасного производства и применения микробного препарата «Корнеплюс»	88	V. Filanyuk, V. Shevlyakov, E. Chernyshova, G. Erm, A. Buinitskaya, S. Baranov Toxicologo-hygienic substantiation of safe production and use of microbial preparation «Corneplus»	
Л.Н. Эвентова, А.Н. Матарас, Г.Н. Евтушкова, Е.А. Дрозд, Н.Г. Власова Методический подход к прогнозу доз облучения населения в ситуации существующего облучения	96	L.N. Eventova, A.N. Mataras, G. N. Evtushkova, E.A. Drozd, N. G. Vlasova Methodological approach for predicting the exposure doses to the population in the existing exposure situation	

Клиническая медицина

А.Г. Булгак, И.Б. Моссе, О.В. Зотова, Т.С. Королева, Н.В. Николаева, А.Л. Гончар Роль генетического полиморфизма в развитии инфаркта миокарда среди мужчин из Республики Беларусь	102
С.В. Зыблева Особенности экспрессии рецепторов ранней и поздней активации Т-лимфоцитов у пациентов после трансплантации почки	113
А.В. Коротаев, Е.П. Науменко, Л.Е. Коротаева Возможности диагностики и прогнозирования патологического ремоделирования миокарда левого желудочка	122

Clinical medicine

A.G. Bulgak, I.B. Mosse, O.V. Zotova, T.S. Koroleva, N.V. Nikolaeva, A.L. Gonchar The role of genetic polymorphism in the development of myocardial infarction in men from the Republic of Belaruss	
S.V. Zybleva Features of expression of receptors of early and late activation of T-lymphocytes in patients after kidney transplantation	
A.V. Korotaev, E.P. Naumenko, L.E. Korotaeva Diagnostic and predictive capabilities pathological remodeling of the left ventricular myocardium	

- М.В. Линков, И.В. Веялкин, Д.К. Новик, Н.Н. Усова**
Эпидемиологическая характеристика множественной миеломы в Республике Беларусь за 2010-2019 годы 130
- Е.А. Полякова, Д.В. Остроушко, М.В. Стёганцева, И.Е. Гурьянова, Ю.В. Тимохова, М.В. Белевцев**
Оценка содержания кольцевых молекул ДНК Т- и В-клеточного рецептора (TREC/KREC) у новорожденных различного гестационного возраста 135
- И.Г. Савастеева, Ю.И. Ярец, М.Г. Русаленко**
Компоненты метаболического риска у молодого населения Гомельской области 143
- М.М. Шепетько, И.О. Стома**
Пролонгированное выделение вируса SARS-CoV-2 при инфекции COVID-19 у пациентов с онкогематологическими заболеваниями 151
- Ю.И. Ярец, Н.И. Шевченко, О.П. Логинова**
Особенности чувствительности к антимикробным лекарственным средствам изолятов бактерий, полученных из раневого отделяемого пациентов с обширными и локальными ранами 157

Обмен опытом

- Ж.М. Козич, В.Н. Мартинков, Ю.И. Ярец, Ж.Н. Пугачева, Д.А. Близин, Л.А. Смирнова**
Галектин-3 как маркер поражения почек при моноклональной гаммапатии неуточненного значения и множественной миеломе у жителей Гомельского региона Беларуси 168
- Э.В. Могилевец, П.В. Гарелик, Л.Ф. Васильчук, Р.Э. Якубцевич, И.Н. Невген**
Трансьюгулярное портосистемное шунтирование в собственной модификации (Предварительное сообщение о серии случаев) 175

Experience exchange

- Zh.M. Kozich, V.N. Martinkov, Yu.I. Yarets, Zh.N. Pugacheva, D.A. Blizin, L.A. Smirnova**
Galectin-3 as a marker of kidney damage in monoclonal gammopathy of undetermined significance and multiple myeloma in residents of the Gomel region of Belarus
- E.V. Mahiliavets, P.V. Harelik, L.F. Vasilchuk, R.E. Yakubceovich, I.N. Nevgen**
Transjugular intrahepatic portosystemic shunt in our own modification (Case series preliminary report)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ АВАРИЙНОГО РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ВОКРУГ БЕЛОРУССКОЙ АЭС И АЭС СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

РУП «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Беларусь

В статье представлены результаты разработки программы для проведения аварийного радиационного мониторинга (далее – АРМ) продуктов питания и питьевой воды, мест обитания и доз облучения населения в случае возможной радиационной аварии на Белорусской, Ровенской и Смоленской АЭС в пределах 100-км радиусов расширенного аварийного планирования (далее – РПП). Программа АРМ разработана для органов и учреждений государственного санитарного надзора (далее – госсаннадзора) с учетом тяжести возможных аварий и на основании анализа проектной документации АЭС, физико-географических и климатических характеристик районов размещения АЭС, результатов прогнозных оценок последствий тяжелых аварий на АЭС, демографической ситуации и характера землепользования и водопользования в зонах аварийного планирования АЭС.

Ключевые слова: *аварийный радиационный мониторинг, АЭС, доза облучения населения, мощность дозы, объемная активность, радионуклид, удельная активность*

Введение

Актуальность разработки программы АРМ для органов госсаннадзора обусловлена пуском в 2020 году первой в Республике Беларусь Белорусской АЭС с реактором типа ВВЭР-1200, а также наличием у границ республики двух действующих АЭС: Смоленской АЭС (80 км от границы Беларуси) с 3-мя реакторами типа РБМК и Ровенской АЭС (65 км от границы) с 4-мя реакторами – 2 реактора типа ВВЭР-440 и 2 реактора типа ВВЭР-1000.

В настоящее время одной из основных задач Министерства здравоохранения, и в частности органов и учреждений госсаннадзора, в области обеспечения радиационной безопасности населения является выполнение радиационного контроля в населенных пунктах, питьевой воды, пищевых продуктов и товаров, загрязненных долгоживущими радионуклидами чернобыльского происхождения – ^{137}Cs и ^{90}Sr . Министерством здравоохранения также осуществляется радиационно-гигиенический мониторинг загрязнения питьевой

воды и продуктов питания в зоне наблюдения Белорусской АЭС.

Согласно Постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 10 апреля 2001 г. № 495 «О государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» в задачи Министерства здравоохранения входит также прогнозирование и оценка медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций и поддержание в постоянной готовности сил и средств наблюдения и контроля, входящих в сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О радиационной безопасности» от 18 июня 2019 г. № 198-З Министерство здравоохранения организует осуществление государственного санитарного надзора в части обеспечения радиационной безопасности, обеспечивает готовность и участие необходимых сил и средств в мероприятиях по защите населения при радиационных авариях, а также обеспечивает проведение оценки доз облучения населе-

ния и доз профессионального облучения от источников ионизирующего излучения, мониторинг радиоактивного загрязнения пищевых продуктов, производимых населением, и питьевой воды.

В соответствии с планом защитных мероприятий при радиационной аварии на Белорусской АЭС (далее – Внешний аварийный план), утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 марта 2018 г. № 211 [1], и другими техническими нормативно-правовыми актами в области использования атомной энергии и обеспечения радиационной безопасности в случае аварийной ситуации на АЭС, Министерство здравоохранения среди прочего проводит санитарно-эпидемиологическую разведку, оценивает дозы облучения населения и вводит запрет либо ограничение на потребление продуктов питания и питьевой воды,

Вопрос об оптимальной и эффективной организации АРМ продуктов и питьевой воды, а также прогноз радиационной обстановки в случае запроектной аварии на Белорусской АЭС либо АЭС сопредельных государств (Смоленской, Ровенской) будет являться актуальным для большинства регионов Республики Беларусь, входящих в 100-км РРП вокруг данных станций. В РРП вокруг Белорусской АЭС попадают районы Гродненской, Минской, Витебской областей, вокруг Смоленской АЭС – районы Могилевской области, вокруг Ровенской АЭС – районы Брестской области, а в радиус введения ограничений на потребление продуктов питания (300 км) трех вышеприведенных АЭС – все области Республики Беларусь. Учитывая, что в зоны аварийного планирования попадают множество населенных пунктов (далее – НП) республики, объёмы радиационного мониторинга в случае радиационной аварии будут значительными и потребуют вовлечения всех имеющихся сил и средств лабораторных подразделений органов госсаннадзора. В связи с этим, актуальным является разработка научно обоснованных методических подходов и программы аварийного радиа-

ционного мониторинга, прогнозирования и оценки доз облучения населения с учетом действующих международных и национальных требований.

Цель исследования – разработать и научно обосновать программу АРМ продуктов питания и питьевой воды, мест обитания и доз облучения населения в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации на Белорусской АЭС и АЭС сопредельных государств для органов и учреждений госсаннадзора Республики Беларусь.

Материалы и методы исследований

Для научного обоснования и разработки АРМ выполнен прогноз последствий для здоровья населения и окружающей среды тяжелых запроектных радиационных аварий на реакторах типа ВВЭР-1200 Белорусской АЭС, реакторе типа РБМК Смоленской АЭС, реакторе типа ВВЭР-1000 Ровенской АЭС [2, 3].

При разработке сценариев и прогнозировании последствий радиационных аварий использованы проектные материалы Белорусской, Ровенской и Смоленской АЭС, рекомендации МАГАТЭ (серия публикаций по аварийной готовности и реагированию), учитывались масштабы и опыт последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС.

При разработке программы АРМ использовались данные и справочные материалы о демографической ситуации и источниках питьевого водоснабжения в НП в 100-км РРП, потреблении продуктов питания сельским населением, данные учреждений госсаннадзора о материально-технической обеспеченности для отбора проб и проведения радиационного контроля загрязнения продуктов, воды, измерения мощности дозы в НП.

Организацией-соисполнителем ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (далее – Белгидромет) проведён сбор данных о характере землепользования в

районах Республики Беларусь, входящих в зоны аварийного планирования АЭС. Подготовлен набор картографических материалов для районов, входящих в зоны аварийного реагирования АЭС. Подготовлена база данных по землепользованию, включающая информацию по основным типам почв, сельскохозяйственным культурам, коэффициентам перехода ^{137}Cs , ^{90}Sr в системе «почва-растение» на территориях зон аварийного планирования АЭС.

Основными методами исследования являлись: экспертная оценка, аналитический и статистический методы, метод математического моделирования.

Результаты исследований

АРМ представляет собой единую систему организационно-технических мероприятий, обеспечивающих получение и обработку данных, необходимых для оценки масштабов радиационной аварии и воздействия на население и объекты окружающей среды [4].

В соответствии с рекомендациями МАГАТЭ [5] целью АРМ являются:

- представление информации для классификации аварии;
- оказание содействия лицам, принимающим решения, по вопросам необходимости осуществления защитных мероприятий и вмешательства на основании действующих уровней вмешательства (далее – ДУВ);
- оказание помощи в предотвращении распространения радиоактивного загрязнения;
- представление информации для защиты аварийных рабочих;
- представление точных и своевременных данных об уровне и степени опасности, возникшей вследствие радиационной аварийной ситуации;
- определение протяженности пострадавшей территории и продолжительности опасности;
- представление детальных физических и химических характеристик опасности;

- подтверждение эффективности защитных мероприятий, таких как дезактивация и другие.

Основными целями АРМ продуктов питания, питьевой воды и мест обитания населения является оценка эффективности аварийного мониторинга и оценка прогнозируемых и полученных доз облучения населения, а также оценка эффективности защитных мероприятий [5].

Структура и масштаб программы АРМ определяются, прежде всего, прогнозируемыми масштабами аварий и значениями ожидаемых доз облучения репрезентативного лица и на основании установленных ДУВ и общих критериев аварийного реагирования [1, 6, 9].

В соответствии с национальным законодательством и требованиями МАГАТЭ АРМ проводится в зонах аварийного реагирования: зоне предупредительных мер (далее – ЗПМ) радиусом 3 км, зоне планирования срочных защитных мер (далее – ЗПСМ) радиусом 15 км, в РРП равном 100 км и радиусе зоны планирования мер в отношении продуктов питания и товаров (300 км) [1, 6, 7].

Перечень объектов наблюдений АРМ, контролируемых параметров и периодичность наблюдений определяются с учетом тяжести и сценария развития аварии и должны обеспечивать получение объективной информации о радиационной обстановке.

Для органов госсаннадзора объектами АРМ будут являться:

- населенные пункты (в первую очередь, территория детских учреждений, больниц и других социально значимых объектов);
- питьевая вода из открытых источников водоснабжения или источников, которые могут быть загрязнены в результате аварии;
- пищевые продукты местного производства из личных подсобных хозяйств;
- население и специалисты, участвующие в ликвидации аварии (в т.ч. аварийном мониторинге и разведке) – оценка дозы облучения.

Населенные пункты

В НП, входящих в РРП АЭС, при АРМ должны выполняться измерения мощности дозы гамма-излучения и плотности потока альфа- бета- излучения. Измерения мощности дозы гамма-излучения в контрольных точках НП проводятся на высоте 1,0 м от поверхности земли. Значения мощности дозы гамма-излучения оценивается по значению ДУВ1, ДУВ2, ДУВ3 [1]. Измерения плотности потока альфа- и бета- излучения также проводятся в контрольных точках НП и оцениваются по значениям ДУВ1, ДУВ2, ДУВ3.

На начальном этапе аварийного выброса в атмосферу АРМ сосредоточен на измерениях мощности дозы гамма-излучения, а именно, на проведении дозиметрического обследования территории с выявлением наиболее загрязненных участков местности.

Питьевая вода и пищевые продукты

Для целей АРМ целесообразно проводить наблюдения за содержанием радиоактивных веществ в питьевой и/или поверхностной воде и продуктах питания в РРП АЭС с периодичностью не менее 1 раза в неделю.

В питьевой воде в РРП Белорусской, Смоленской, Ровенской АЭС определяются техногенные радионуклиды. Исходя из перечня радиационно-значимых радионуклидов, поступающих в окружающую среду в результате развития аварии, их качественных и количественных характеристик и на основании результатов моделирования аварий на АЭС с реактором типа ВВЭР-1200 установлены радионуклиды и радиоэкологические показатели, определение которых обязательно при проведении АРМ: мощность дозы гамма-излучения, суммарная β -активность, суммарная α -активность, ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr [1, 6, 7].

Для Белорусской и Ровенской АЭС в отдельных пробах необходимо провести измерения ^3H . Расширенный перечень определяемых типовых радионуклидов в зоне наблюдения Белорусской АЭС включает следующие: мощность дозы гамма-

излучения, суммарная β -активность, суммарная α -активность, ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{65}Zn , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{94}Nb , ^{95}Nb , ^{51}Cr , ^{95}Zr , ^{131}I , ^3H [1, 8].

Отбор проб питьевой воды, поверхностной воды, используемой в хозяйственно-питьевых целях, и пищевых продуктов проводится после окончания аварийного выброса. При отборе проб воды и пищевых продуктов приоритет отдается НП, где зафиксированы наибольшие уровни мощности дозы гамма-излучения. Основными пищевыми продуктами для измерения содержания радионуклидов при авариях являются молоко и листовые овощи.

Индивидуальный дозиметрический мониторинг лиц, участвующих в ликвидации аварии

Аварийные работники обычно выполняют задачи в неизвестных условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды и уровни радиоактивного загрязнения могут варьировать в значительных пределах в пространстве и времени. В связи с этим, индивидуальный мониторинг облучения лиц, участвующих в ликвидации аварии, и выполняющих работы в аварийной зоне или на площадке, должен выполняться в обязательном порядке.

Каждый сотрудник органов и учреждений госнадзора и других подразделений, участвующий в ликвидации аварии должен быть обеспечен индивидуальными дозиметрами (как прямо показывающими, так и накапливающими), а также должен быть организован радиационный контроль загрязнения кожи и одежды.

Индивидуальный дозиметрический мониторинг населения

Индивидуальный мониторинг доз облучения населения является важным при тяжелых запроектных авариях. Результаты данного мониторинга важны для получения данных, которые позволят валидировать модели по оценке доз облучения и получить исходную информацию для принятия конкретных защитных мер.

Стационарные посты измерения накопленной дозы облучения следует разме-

щать в НП, подвергшихся радиоактивному загрязнению. Стационарный пост должен быть оснащен индивидуальными дозиметрами рентгеновского и гамма-излучения. Отдельные лица из жителей НП могут быть снабжены индивидуальными дозиметрами с целью определения их возможного внешнего облучения. Чувствительность и время ношения дозиметра должны соответствовать прогнозируемой дозе и конкретным целям индивидуального мониторинга.

В случае радиационных аварий, связанных с выбросом радионуклидов в окружающую среду, для индивидуального мониторинга доз облучения должны выбираться лица из группы населения, находящегося в наиболее загрязненных местах или профессиональных групп, наиболее подверженных облучению, которыми являются люди, работающие преимущественно на открытом воздухе (например, сельскохозяйственные рабочие и лесники).

Мониторинг, выполняемый мобильными лабораториями

Мобильные лаборатории в зависимости от комплектации позволяют выполнить широкий спектр измерений в полевых условиях с привязкой к GPS-координатам и картированием результатов измерений. Данный вид мониторинга выполняется для установления пятен радиоактивного загрязнения, размеров аварийных зон. Необходимо планировать пути передвижения мобильной лаборатории, которые позволят обеспечить проходимость транспортного средства и при этом обеспечить максимально плотное измерение точек наблюдения в аварийной зоне.

Действующие уровни вмешательства

В случае радиационной аварии на Белорусской АЭС или АЭС сопредельных государств для внедрения ограничительных мероприятий в отношении пищевых продуктов руководствуются ДУВ, которые базируются на общих критериях реагирования [1, 6, 10, 11].

В соответствии с ДУВ в аварийной ситуации при проведении АРМ требуется проведение измерения следующих параметров, характеризующих радиоактивное

загрязнение НП, пищевых продуктов и питьевой воды:

- в НП – мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 1 м над уровнем земли (ДУВ1, ДУВ2, ДУВ3) [1], плотность потока бета- и альфа-излучения от загрязненной поверхности [11]. Значение мощности дозы (ДУВ1) составляет 1000 мкЗв/ч, ДУВ2 – в течение 10 дней после останова реактора не должно быть превышено 100 мкЗв/ч, свыше 10 дней после останова реактора – 25 мкЗв/ч, ДУВ3 – 1 мкЗв/ч.
- в питьевой воде и продуктах питания (в молоке, листовых овощах и др. продуктах в зависимости от сезона) – суммарная альфа- и бета-активность (ДУВ5), удельная (объемная) активность радионуклидов-маркеров (^{131}I и ^{137}Cs) (ДУВ7).

При превышении значений суммарной альфа- и бета-активности (ДУВ5), а также значений удельной активности одного из радионуклидов-маркеров ^{131}I (1000 Бк/кг) или ^{137}Cs (200 Бк/кг), необходимо определить изотопный состав пробы и оценить содержание радионуклидов на соответствие ДУВ6 [11].

При превышении ДУВ требуется реализация защитных и других мер реагирования за пределами площадки АЭС.

При проведении АРМ помимо параметров, обязательных для контроля, может понадобиться контроль дополнительных параметров (ДУВ6). Выбор дополнительных контролируемых параметров должен учитывать:

- все потенциальные источники выбросов (сбросов) радиоактивных веществ в окружающую среду в случае аварии на АЭС;
- основные радионуклиды в выбросах (сбросах), подлежащие контролю в зависимости от сценария аварии на реакторе и в соответствии с проектными решениями;
- опыт ликвидации катастрофы на Чернобыльской АЭС;

- сценарии реализации программы в зависимости от типа и степени тяжести аварии.

При разработке программы аварийного мониторинга необходимо также оценить существующую техническую оснащенность и кадровую обеспеченность органов госсаннадзора.

Суммарный перечень контролируемых параметров, критерии оценки и периодичность наблюдений в РРП Белорусской, Смоленской и Ровенской АЭС представлен в таблице 1.

Прогнозные оценки последствий для здоровья населения тяжелых запроектных аварий на Белорусской, Ровенской и Смоленской АЭС, определенных на основании вероятностного анализа безопасности и отчетов по оценке воздействия на окружающую среду, показали, что АРМ продуктов питания и питьевой учреждениями госсаннадзора должен проводиться в РРП Белорусской, Смоленской и Ровенской АЭС (100 км), а в случае наиболее тяжелых аварий – в радиусе до 300 км от АЭС [2-3].

В РРП Белорусской АЭС входит территория 10 районов из Минской, Гродненской и Витебской областей Республики Беларусь, радиационный контроль в которых выполняют 8 аккредитованных испытательных лабораторий органов и учреждений госсаннадзора. В радиусе 30-км вокруг Белорусской АЭС расположены территории 6 районов – Островецкого, Сморгонского, Ошмянского (Гродненская область), Поставского (Витебская область), Мядельского и 1 НП Воложинского (Минская область). В радиусе 15 км от Белорусской АЭС находятся территории Островецкого, Сморгонского районов и 1 НП Поставского района. На этих территориях АРМ будут выполнять районные учреждения госсаннадзора и областные ЦГЭОЗ: Гродненский, Витебский, Минский. Лаборатория Островецкого райЦГЭ в настоящее время укомплектовывается, наращивает материальную и методическую базу и в случае необходимости будет участвовать в проведении АРМ.

В РРП Смоленской АЭС входит территория 4 районов, в которых АРМ будут выполнять Кричевский, Мстиславский и Климовичский райЦГЭ, аккредитованные на выполнение радиологических исследований. Лабораторный отдел Хотимского райЦГЭ имеет возможность выполнения измерений мощности дозы гамма-излучения. Радиологические исследования проб, отобранных в Хотимском районе, проводятся в Костюковичском райЦГЭ.

В РРП Ровенской АЭС входит 4 района Брестской области: Дрогичинский, Пинский, Столинский и Ивановский. Лаборатории данных райЦГЭ аккредитованы и осуществляют радиологические исследования в пределах своих зон обслуживания. Пинский зонЦГЭ дополнительно производит исследования проб, отобранных в Ивановском, Столинском и других близлежащих районах.

Для проведения радиологических исследований в ЦГЭ используется следующее измерительное оборудование: радиометры и спектрометры различных типов для определения удельной (объемной) активности ^{137}Cs и других радионуклидов в питьевой воде и пищевых продуктах, дозиметры и дозиметры-радиометры – измерение мощности дозы гамма-излучения и индивидуальных доз.

В лабораториях, осуществляющих измерения в РРП Белорусской АЭС, имеется 14 радиометров различных моделей, 12 дозиметров и 7 спектрометров. Для определения содержания радионуклидов в пробах питьевой воды и пищевых продуктов потребуется специализированное оборудование – полупроводниковые гамма-спектрометры.

В ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» имеется полупроводниковый гамма-спектрометр на основе коаксиального детектора из особо чистого германия, в ГУ «Гродненский областной ЦГЭОЗ» – программный комплекс «Прогресс», что позволит выполнять измерения по определению изотопного состава в

Таблица 1 – Контролируемые показатели, критерии оценки и периодичность наблюдений в РРП АЭС при проведении АРМ органами госнадзора

Объекты наблюдений	Показатели	Периодичность наблюдений*	Критерий оценки
Внешнее облучение			
НП	Мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 1 м над подстилающей поверхностью	Постоянно, не реже 1 раза в день	ДУВ1 – 1000 мкЗв/ч ДУВ2 – 100 мкЗв/ч ДУВ3 – 1 мкЗв/ч
	Плотность потока α - и β - излучения на расстоянии 1,5 см и 3 см от загрязненной поверхности, соответственно	Постоянно, не реже 1 раза в день	ДУВ1 2000 имп/с – от β -загрязненной поверхности 50 имп/с – от α -загрязненной поверхности
		Постоянно, не реже 1 раза в день	ДУВ2 200 имп/с – от β -загрязненной поверхности 10 имп/с – от α -загрязненной поверхности
			ДУВ3 20 имп/с – от β -загрязненной поверхности, 2 имп/с – от α -загрязненной поверхности,
Внутреннее облучение			
Питьевая вода	Суммарная α - и β -активность ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^3H (в отдельных наиболее загрязненных пробах) и прочие радионуклиды согласно ДУВ 6 в зависимости от последствий радиационной аварии, необходимо учесть дополнительно, что наиболее значимые в выбросе являются ^{132}I , ^{133}I , ^{131}Te , ^{132}Te , ^{103}Ru , ^{106}Ru	После выброса. При превышении нормативов осуществляется непрерывный отбор проб, ежедневное измерение.	ДУВ5 суммарная β -активность – 100 Бк/кг, суммарная α - активность – 5 Бк/кг
		После выброса. При превышении нормативов осуществляется непрерывный отбор проб, ежедневное измерение. Ежедневно, при превышении ДУВ 7 выполняется оценка на соответствие ДУВ 6	ДУВ7 ^{131}I – 1000 Бк/кг ^{137}Cs – 200 Бк/кг ДУВ6 ^{90}Sr – 2×10^2 Бк/кг ^{134}Cs – 1×10^3 Бк/кг ^3H – 2×10^5 Бк/кг и прочие радионуклиды

Продолжение таблицы 1

<p>Пищевые продукты местного производства</p>	<p>Суммарная α- и β-активность</p>	<p>Листовые овощи и молоко - ежедневно, остальные продукты - по мере необходимости</p>	<p>ДУВ5 суммарная β-активность – 100 Бк/кг, суммарная α-активность – 5 Бк/кг</p>
<p>Пищевые продукты местного производства</p>	<p>^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{90}Sr ^3H (в отдельных наиболее загрязненных пробах молока) и прочие радионуклиды согласно ДУВ 6 в зависимости от последствий радиационной аварии, необходимо учесть дополнительно, что наиболее значимые в выбросе являются ^{132}I, ^{133}I, ^{131}Te, ^{132}Te, ^{103}Ru, ^{106}Ru</p>	<p>Ежедневно, при превышении ДУВ 7 выполняется оценка на соответствие ДУВ 6</p>	<p>ДУВ7 ^{131}I – 1000 Бк/кг, ^{137}Cs – 200 Бк/кг; ДУВ6 ^{90}Sr – 2×10^2 Бк/кг, ^{134}Cs – 1×10^3 Бк/кг ^3H – 2×10^5 Бк/кг и прочие радионуклиды</p>
<p>Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) населения</p>	<p>Доза облучения населения и лиц, участвующих в ликвидации аварии: Постоянно в аварийной зоне. ИДК наиболее облучаемой категории лиц, проживающих или выполняющих профессиональную деятельность в НП и в наиболее загрязненных местах. Стационарные дозиметры могут быть установлены в местах наибольшего скопления людей, детских учреждениях и др. местах в зависимости от НП и по решению учреждений госсаннадзора.</p> <p>Индивидуальный эквивалент дозы $H_p(10)$ Время нахождения в аварийной зоне и зоне аварийного планирования.</p>	<p>Общие критерии аварийного реагирования: эффективная доза облучения – не более 100 мЗв за весь период, эквивалентная доза облучения щитовидной железы – не более 50 мЗв.</p>	<p>Общие критерии аварийного реагирования: эффективная доза облучения – не более 100 мЗв за весь период, эквивалентная доза облучения щитовидной железы – не более 50 мЗв.</p>

Продолжение таблицы 1			
<p>Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) облучения лиц, участвующих в ликвидации аварии: сотрудники лабораторий, специалисты ЦЭ и другие привлекаемые специалисты</p>	<p>Индивидуальный эквивалент дозы $H_p(10)$ Для специалистов, работающих на площадке или в аварийной зоне дополнительно рассмотреть необходимость измерения $H_p(3)$, $H_p(0,07)$ Время нахождения в аварийной зоне и зоне аварийного планирования</p>	<p>Постоянно при выполнении аварийных работ. Считывание дозиметра должно происходить регулярно после возвращения из аварийной зоны. После окончания ранней фазы аварии должна быть выполнена оценка суммарной дозы облучения за весь предыдущий аварийный период и при необходимости продолжен ИДК в последующие фазы аварии.</p>	<p>Общие критерии аварийного реагирования: эффективная доза облучения – не более 100 мЗв за весь период, эквивалентная доза облучения щитовидной железы – не более 50 мЗв.</p>
<p>Оценка загрязнения кожи и поверхности одежды лиц, участвующих в ликвидации аварии</p>	<p>Мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 10 см от поверхности кожи; Скорость счета от α- и β- частиц на расстоянии 3 см и 1,5 см от поверхности</p>	<p>после нахождения в аварийной зоне до проведения дезактивации и после</p>	<p>ДУВ 4 мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 10 см от поверхности кожи - 1мкЗв/ч, скорость счета от β-загрязнения кожи – 1000 имп/с, скорость счета от α-загрязнения кожи – 50 имп/с.</p>
<p>Оценка загрязнения транспорта, оборудования, СИЗ и др.</p>	<p>Мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 10 см от загрязненной поверхности Скорость счета α- и β-излучения на расстоянии 1,5 см и 3 см от загрязненной поверхности</p>	<p>после нахождения в аварийной зоне до проведения дезактивации и после Лаборатории, выполняющие измерения условно загрязненных проб должны периодически проводить контроль загрязнения поверхностей и оборудования по мощности дозы и плотности потока частиц</p>	<p>В соответствии с Приложением 14 [6]</p>

Окончание таблицы 1

<p>Оценка загрязнения поверхностей лабораторий и находящихся в них оборудования, кожных покровов, спецодежды, спецообуви и других средств индивидуальной защиты персонала¹</p>	<p>Мощность дозы гамма-излучения, загрязнение α- и β-активными радионуклидами – плотность потока α- и β-частиц, $\text{см}^2 \times \text{мин.}$</p>	<p>Мощность дозы гамма-излучения – ежедневно, несколько раз в день, плотность потока α- и β-частиц - периодически с учетом радиационной обстановки и уровня загрязнения измеряемых проб</p>	<p>В соответствии с Приложением 12 [6]</p>
---	---	--	--

* – периодичность наблюдений установлена для срочной и ранней фаз ликвидации последствий аварии и после стабилизации радиационной обстановки периодичность наблюдений должна быть скорректирована с учетом радиационной обстановки органами госсаннадзора.

пробах питьевых вод и пищевых продуктов.

В приборном парке лабораторий в РРП Смоленской АЭС для радиологических исследований имеется 4 радиометра, 4 дозиметра и 3 спектрометра. На базе УЗ «Могилевский областной ЦГЭОЗ» возможно определение изотопного состава проб в случае аварийной ситуации на Смоленской АЭС с использованием комплекса спектрометрического для измерений активности альфа- бета- и гамма-излучающих нуклидов «Прогресс». Лаборатории райЦГЭ в РРП Ровенской АЭС оснащены 8 радиометрами, 15 дозиметрами и 4 спектрометрами.

Однако следует отметить, что в случае возникновения аварийной ситуации на любой из рассматриваемых АЭС может быть недостаточно персонала учреждений госсаннадзора для проведения дозиметрического обследования и последующего отбора проб питьевой воды и продуктов питания в РРП. Вопрос достаточности измерительного оборудования с учетом необходимости большого количества измерений также остается открытым: недостаточна оснащенность приборного парка дозиметрами (в том числе индивидуальными) и радиометрами для определения радионуклидов-маркеров. В случае аварии на Белорусской АЭС для определения изотопного состава проб питьевой воды и пищевых продуктов необходима транспортировка проб в г. Гродно (Гродненский облЦГЭ), г. Витебск (Витебский облЦГЭ) или г. Минск (Минский облЦГЭ, ГУ «РЦГЭиОЗ), в этом случае возможна нехватка транспортных средств.

Для всех трех АЭС (Белорусской, Ровенской, Смоленской) определены реперные НП для проведения АРМ. При выборе реперных НП для проведения АРМ в соответствии с международными рекомендациями [6] были учтены следующие параметры:

- расстояние от АЭС;
- численность населения НП;
- преобладающее направление ветра.

В случае радиационной аварии для получения достоверной и полной информации о радиоактивном загрязнении территории,

питьевой воды и пищевых продуктов в РРП АЭС необходим обмен информацией и координация деятельности всех служб, занимающихся радиационным контролем и мониторингом и участвующих в ликвидации последствий радиационной аварии, таких как РУП Белорусская АЭС (Минэнерго), Белгидромет (Минприроды), МЧС, Минздрав.

Данные с автоматических пунктов измерений мощности дозы гамма-излучения АСКРО, находящихся в ведении Белорусской АЭС и Белгидромета, а также данные

о метеоситуации, и результаты наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв, выполняемые подразделениями Белгидромета и Белорусской АЭС, по расширенному перечню показателей (таблица 2) в совокупности с результатами АРМ, выполняемого подразделениями госсаннадзора, позволяют оценить радиационную обстановку, масштабы радиоактивного загрязнения и будут способствовать дальнейшему принятию адекватных защитных мер в РРП АЭС.

Таблица 2 – Показатели и периодичность наблюдений рутинного мониторинга, осуществляемого Белорусской АЭС

Объекты наблюдений	Показатели	Периодичность наблюдений
Населенные пункты	Мощность дозы γ -излучения	10 минут (с помощью АСКРО) 1 раз в день в 9.00 (стационарно)
	Измерение плотности потока α - β - излучения (скорость счета от α - β - – загрязненной поверхности)	Периодически, путем отбора проб или измерением переносными приборами
Метеорологические наблюдения	Температура, скорость ветра, направление ветра, влажность, осадки	В режиме реального времени с использованием стационарных и автоматических метеостанций
Поверхностная активность радионуклидов (почва)	^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{65}Zn , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{94}Nb , ^{95}Nb , ^{51}Cr , ^{95}Zr , (естественные ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra)	Не менее 1 раз в неделю
	Измерение плотности потока β -, α - излучения	Периодически, путем отбора проб или измерением переносными приборами
Аэрозоли в приземном атмосферном воздухе	^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{65}Zn , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{94}Nb , ^{95}Nb , ^{51}Cr , ^{95}Zr , ^{131}I , ^7Be , (естественные ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra), суммарная β -активность, суммарная γ -активность, МД	Не менее 1 раз в неделю
	Измерение плотности потока β -, α - излучения	Периодически, путем отбора проб или измерением переносными приборами
Атмосферные выпадения, в том числе снежный покров	^{134}Cs , ^{137}Cs , $^{89,90}\text{Sr}$, ^{65}Zn , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{94}Nb , ^{95}Nb , ^{51}Cr , ^{95}Zr , ^{131}I , (естественные ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra), суммарная β -активность, суммарная γ -активность, МД.	Не менее 1 раз в неделю
	Измерение плотности потока β -, α - излучения	периодически, путем отбора проб или измерением переносными приборами
Поверхностные воды	^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{65}Zn , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{94}Nb , ^{95}Nb , ^{51}Cr , ^{95}Zr , ^{131}I , ^3H (естественные ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra), суммарная β -активность, суммарная α -активность, суммарная γ -активность	Не менее 1 раз в неделю
	Суммарная бета-, альфа- активность	Периодически, путем отбора проб или измерением переносными приборами

Заключение

Министерство здравоохранения и, в частности, органы госсаннадзора в случае тяжелой аварийной ситуации на АЭС проводят АРМ продуктов питания, питьевой воды и мест обитания населения и оценку прогнозируемых и полученных доз облучения населения в пределах радиусов 100 и 300 км от АЭС.

В настоящее время материально-техническая, методическая и кадровая обеспеченность учреждений госсаннадзора 18 районов, входящих в 100-км радиус РРП вокруг Белорусской, Ровенской и Смоленской АЭС (18 региональных ЦГЭ), в случае возникновения радиационной аварии на АЭС позволит выполнить необходимый обязательный объем измерений. Однако, в связи с прогнозируемым большим объемом исследований при возможной аварии на АЭС данным учреждениям необходимо уделить внимание кадровой и материально-технической обеспеченности лабораторных подразделений, разработать схему и документы предусматривающие возможность проведения исследований в рамках АРМ с привлечением лабораторной службы других учреждений госсаннадзора: других региональных ЦГЭ, ГУ «РЦГЭОЗ», дополнительно оценить количество транспорта необходимого для отбора проб при проведении АРМ и транспортировки их в лаборатории. Требуется освоение отдельных методов исследований и закупка дополнительного измерительного оборудования.

Разработанная для органов госсаннадзора программа АРМ, включающая перечень пунктов наблюдений, объектов мониторинга, контролируемых показателей и периодичности наблюдений с привлечением данных о радиационной обстановке позволит в случае аварии на Белорусской АЭС или АЭС сопредельных государств оперативно оценить прогнозируемые и полученные дозы облучения населения и принять решение о защитных мерах для населения и масштабах их введения. Результаты АРМ должны оперативно предоставляться насе-

лению, в сравнении с риском для здоровья и рекомендациями защитных мер.

Полученные в результате настоящего исследования данные будут использованы при разработке Метода планирования и проведения АРМ продуктов питания, питьевой воды и мест обитания населения при авариях на АЭС, а также Метода оценки прогнозируемых и полученных доз облучения населения при авариях на АЭС в отсутствие защитных мероприятий и после их введения (при необходимости), а также будут использованы органами и учреждениями госсаннадзора при планировании аварийного реагирования на радиационные аварии на АЭС.

Библиографический список

1. План защитных мероприятий при радиационной аварии на Белорусской атомной электростанции (внешний аварийный план) [Электронный ресурс] : утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 22 марта 2018 г. № 211. – Режим доступа: <https://energodoc.by/document/view?id=3245>. – Дата доступа: 01.06.2020.
2. Оценка радиологического воздействия на население Республики Беларусь трансграничных запроектных аварий на АЭС сопредельных государств / В.В. Кляус [и др.] // Сборник «Здоровье и окружающая среда», НПЦГ, 2020 год. – С. 52-58.
3. Жукова, О.М. Результаты оценки последствий запроектных аварий на АЭС для здоровья населения Беларуси / О.М. Жукова, В.В. Кляус, Е.В. Николаенко // Сборник материалов международной научной конференции «Радиобиология. Современные проблемы 2020», Гомель, 2020. – С. 45-50.
4. Нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Требования к эксплуатирующей организации по планированию и осуществлению радиационного мониторинга в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации на атомной электростанции», утвержденные постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 12.04.2017 № 11.

5. RS-G-1.8 Мониторинг окружающей среды и источников для целей радиационной защиты, МАГАТЭ, 2016.
6. Критерии оценки радиационного воздействия : гигиен. Норматив : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 28 дек. 2012 г. № 213 / Радиационная гигиена : сб. норм. док. – Минск : РЦГЭиОЗ, 2013. – С. 35–167.
7. Preparedness and Response for a Nuclear and Radiological Emergency. General Safety Requirements Part 7 / International Atomic Energy Agency. – Vienna, IAEA, 2015. – 102 p.
8. Программа радиационного мониторинга на период сооружения Белорусской АЭС в составе 2 энергоблоков BLR1.D.130.&&&&&.002. HG.0069 / Государственное предприятие «Белорусская АЭС». – Островец, 2015. – Инв. № БЛ 06701-пм.
9. Требования к радиационной безопасности : санитар. нормы и правила : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 28 дек. 2012 г. № 213 // Радиационная гигиена : сб. норм. док. – Минск : РЦГЭиОЗ, 2013. – С. 6–34.
10. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. General Safety Guide № GSG-2 / International Atomic Energy Agency. – Vienna : IAEA, 2015. – 102 p.
11. Operational Intervention Levels for Reactor Emergencies. EPR NPP-OILs 2017 / International Atomic Energy Agency. – Vienna : IAEA, 2017. – 163 p.

V. Kliaus, A. Nikalayenka, S. Sychik, O. Zhukova

**DEVELOPMENT OF THE EMERGENCY RADIATION
MONITORING PROGRAM AROUND THE BELARUSIAN
NPP AND NPP OF THE NEIGHBORING STATES**

The article presents the results of the development of the emergency radiation monitoring program of food and drinking water, habitats and radiation doses to the public in the event of a nuclear emergency at the Belarusian, Rovno and Smolensk NPP within the extended planning radius (100 km). The emergency radiation monitoring program was developed for the bodies and institutions of state sanitary supervision, taking into account the severity of possible accidents and on the basis of an analysis of the design documentation of the NPP, the physical-geographical and climatic characteristics of the areas where the NPP is located, the results of predictive assessments of the consequences of severe accidents at the NPP, demographic the situation and nature of land use and water use in NPP emergency planning zones.

Key words: *emergency radiation monitoring, nuclear power plant, dose to public, dose rate, volumetric activity, radionuclide, specific activity*

Поступила 23.03.21