

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(21)

2019 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 12.04.19
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 110 экз.
Усл. печ. л. 20,5. Уч.-изд. л. 11,8.
Зак. 20.

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), Н.Г. Власова (д.б.н., доцент, научный редактор),
А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Велякин (к.б.н., доцент),
А.В. Воропаева (к.м.н., доцент), Д.И. Гавриленко (к.м.н.),
В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), С.В. Зыблева (к.м.н., отв. секретарь),
А.В. Жарикова (к.м.н.), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор),
И.Н. Коляда (к.м.н.), 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), Я.Л. Навменова (к.м.н.),
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.), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор),
А.Н. Цуканов (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н., доцент), Ю.И. Ярец (к.м.н., доцент),

Редакционный совет

В.И. Жарко (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),
Е.Л. Богдан (МЗ РБ, Минск), 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),
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., 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., профессор, 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.Е. Шевчук (к.м.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», 2019

№ 1(21)

2019

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

Редакторская колонка

- А.В. Рожко, Е.Л. Богдан**
 ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» в системе минимизации медицинских последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС 6

Обзоры и проблемные статьи

- Е.М. Бредихин, А.В. Величко**
 Субклинический синдром Кушинга. Современные подходы к диагностике и лечению 11
- Г.Н. Фильченков, Е.Г. Попов, И.А. Чешик, Е.Ф. Конопля**
 Физиология стероид-транспортных белков крови в процессе старения (обзор) 21

Медико-биологические проблемы

- О.Н. Антипенко**
 Эффективность нового ферроцианид-содержащего сорбента 30
- К.Н. Буздалькин**
 Метод оперативной оценки доз облучения персонала, ожидаемых в результате ингаляции радионуклидов при тушении пожаров 36
- Н.Г. Власова**
 Радиационные аварии 43
- Е.А. Дрозд, Н.Г. Власова**
 Метод индивидуализации дозы внутреннего облучения населения, проживающего на загрязненной территории, при недостатке или отсутствии данных СИЧ-измерений 51
- Д.В. Кононенко, Т.А. Кормановская**
 Оценка риска для здоровья населения субъектов Российской Федерации при равномерном пожизненном облучении радоном 56

Editorial column

- A.V. Rozko, E.L. Bogdan**
 SI «The republican research center for radiation medicine and human ecology» in a system of minimizing the consequences of the chernobyl accident

Reviews and problem articles

- E.M. Bredihin, A.V. Velichko**
 Subclinical Cushing syndrome. Modern approaches to diagnosis and treatment
- G.N. Filchenkov, E.H. Popoff, I.A. Cheshyk, E.F. Konoplya**
 Physiology of steroid-specific transport proteins during aging (review)

Medical-biological problems

- O.N. Antipenko**
 The efficacy of the new ferrocyanide-containing sorbent
- K.N. Bouzdalkin**
 A method for rapid assessment of radiation exposure of personnel is expected as a result of the inhalation of radionuclides in case of fighting fires
- N.G. Vlasova**
 The radiation accidents
- E.A. Drozd, N.G. Vlasova**
 A method of internal dose individualization to population living on a contaminated territory in the absence of data from WB-measurements
- D.V. Kononenko, T.A. Kormanovskaya**
 Risk assessment for the population of the regions of the Russian Federation from constant lifelong exposure to radon

- Т.А. Кормановская, Н.А. Королева, Е.С. Кокоулина, Т.А. Балабина**
Природное облучение работников неураниевых отраслей промышленности в Российской Федерации 62
- Е.Ф. Мицура, Л.И. Волкова**
Значение гематологических показателей в диагностике наследственного сфероцитоза у детей первого года жизни 68
- И.В. Орадовская, Т.Т. Радзивил**
Мониторинг иммунного статуса персонала Сибирского химического комбината при наличии хронических заболеваний. Зависимость от возраста, сроков контакта с факторами профвредности и дозы облучения 73
- И. М. Хмара, Н.А. Васильева, Н.С. Корытко**
Композиция тела у женщин с нормальной и избыточной массой тела в различные периоды репродуктивного здоровья 86

Клиническая медицина

- В.В. Зарецкий, С.А. Игумнов, Н.В. Коренский, Ю.В. Блыш**
Био-психо-социальные особенности отклоняющегося поведения у подростков, характеризующихся сочетанным употреблением психоактивных веществ 98
- М.В. Белевцев, М.Г. Шитикова, И.Е. Гурьянова, С.О. Шарапова, Ю.С. Жаранкова, А.С. Купчинская, С.Н. Алешкевич, А.П. Саливончик, И.С. Сакович, Е.А. Полякова, Т.А. Углова, О.В. Алейникова**
Иммунологические и генетические особенности общей варибельной иммунной недостаточности (ОВИН) у детей и взрослых в Республике Беларусь 104
- Е.В. Власова-Розанская**
Медицинская реабилитация пациентов с системной красной волчанкой 112
- Ж.М. Козич, В.Н. Мартинков, Ж.Н. Пугачева, А.А. Ковалевич, Л.А. Смирнова**
Иммунофенотипические маркеры CD56, CD117, CD33, CD20 и их роль при моноклональной гаммапатии неопределенного генеза и множественной миеломе у пациентов гомельского региона 117

Clinical medicine

- T.A. Kormanovskaya, N.A. Koroleva, E.S. Kokoulina, T.A. Balabina**
Natural exposure of the workers of the non-uranium branches of industry in the Russian Federation
- E.F. Mitsura, L.I. Volkova**
The importance of hematological indicators in the diagnostics of hereditary spherocytosis in children of the first year of life
- I.V. Oradovskaya, T.T. Radzivil**
Monitoring of the immune status of personnel of Siberian chemical plant in the presence of chronic diseases. Dependence on age, terms of contact with factors of professional harm and dose of radiation
- I.M. Khmara, N.A. Vasilyeva, N.S. Korytko**
Body composition in women with different weight during different periods of reproductive health

- V.V. Zaretsky, S.A. Igumnov, N.V. Karenski, Y.V. Blysh**
The bio-psycho-social features of the adolescents with deviant behavior who using combined psychoactive substances
- M. Belevtsev, M. Shytikova, I. Gurianova, S. Sharapova, J. Zharankova, A. Kupchinskaja, S. Aleshkevich, A. Salivonchik, I. Sakovich, E. Poliarova, T. Uglova, O. Aleinikova**
Immunological and genetic features of common variable immune deficiency (CVID) in children and adults in the Republic of Belarus
- E.V. Vlasova-Rozanskaya**
Medical rehabilitation of patients with systemic lupus erthematosus
- Z.M. Kozich, V.N. Martinkov, Z.N. Pugacheva, A.A. Kavalevich, L.A. Smirnova**
Significance of the expression of tumor antigens CD56, CD117, CD33, CD20 as prognostic factors in monoclonal gammopathy of undetermined significance and multiple myeloma

- С.А. Лихачев, Н.Н. Усова, А.Н. Цуканов, Д.А. Голубова, А.А. Мельников**
Объективизация хронического болевого синдрома у пациентов с сахарным диабетом 124
- Ya. Navmenova, I. Savasteeva, M. Rusalenko, E. Mahlina, N. Holupko, T. Gavrylenko**
Assessment of possible risk factors for the development of anxiety disorders in patients with diabetes mellitus type I 131
- Е.В. Родина, Н.И. Корженевская, Д.П. Саливончик, Д.И. Гавриленко**
Роль предикторов электрической нестабильности миокарда предсердий в ранней диагностике пароксизмальной фибрилляции предсердий и их связь со структурно-функциональными изменениями сердца 138
- А.Е. Силин, Д.К. Новик, В.Н. Мартинков, И.Н. Козарь, В.В. Кошкевич, А.В. Воропаева, А.А. Силина, И.Б. Тропашко, С.М. Мартыненко**
Молекулярно-генетическая и клинико-лабораторная характеристики пациентов с идиопатическим миелофиброзом 144
- С.А. Ходулева, И.П. Ромашевская, А.Н. Демиденко, Е.Ф. Мицура**
Клиническая манифестация иммунной тромбоцитопении у детей 150

Обмен опытом***Experience exchange***

- С.А. Иванов, В.А. Кривенчук, Д.Д. Редько, И.Д. Шляга, В.С. Волчек**
Реконструкция крыла носа носогубным лоскутом и модифицированным пазл-лоскутом: сравнительная характеристика косметических результатов 156
- S.A. Ivanou, V.A. Krivenchuk, D.D. Radzko, I.D. Shlyaga, V.S. Volchek**
Nasal ala reconstruction with nasolabial flap and with modified «puzzle» flap: comparative study of cosmetic outcomes

РАДИАЦИОННЫЕ АВАРИИ

ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», г. Гомель, Беларусь

Проведен обзор радиационных аварий, проведен анализ этапов развития аварии, в том числе на примере аварии на ЧАЭС. Представлены рекомендации МКРЗ и ВОЗ о мерах, направленных на защиту населения при выбросе радионуклидов во время аварии на АЭС. Описаны мероприятия по ликвидации радиационных аварий. Представлена классификация радиационных аварий для обеспечения мероприятий по ликвидации радиационных аварий. Описана Международная шкала ядерных событий. Представлены критерии оценки безопасности по Международной шкале ядерных событий. Обосновано взаимодействие государственных надзорных организаций при расследовании и ликвидации последствий радиационных аварий.

Ключевые слова: радиационная авария, этап развития аварии, Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ), Международная шкала ядерных событий

Понятие радиационной аварии

Радиационной аварией считается потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью, повреждением оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды сверх установленных норм [1].

В том числе под проектной радиационной аварией понимается авария, для которой проектом определены исходные и конечные состояния радиационной обстановки и предусмотрены системы безопасности. Соответственно, за проектной аварией является авария, вызванная не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями и сопровождающаяся дополнительными по сравнению с проектными авариями отказами систем безопасности сверх единичного отказа и реализацией ошибочных решений персонала [2].

Этапы развития аварии

Ранняя фаза аварии охватывает период времени от начала аварии до момента прекращения выбросов радиоактивных

веществ в атмосферу и окончания формирования радиоактивного следа на местности. Продолжительность этой фазы в зависимости от характера и масштаба чрезвычайной ситуации может длиться до нескольких суток. На ранней фазе доза внешнего облучения формируется, в основном, за счет гамма- и бета-излучения радиоактивных веществ (РВ), содержащихся в радиоактивном облаке. Внутреннее облучение обусловлено ингаляционным поступлением РВ из облака в организм человека, при длительном выбросе возможно пероральное поступление.

Во время этой фазы могут оказаться доступными измерения мощности дозы и концентрации некоторых радионуклидов в атмосферном воздухе. Вследствие изменений мощности дозы и продолжительности выброса, направления ветра и др., эти измерения имеют ограниченную ценность для расчета прогнозируемых доз. В то же время результаты этих измерений могут лечь в основу принятия решений по экстренным мерам радиационной защиты.

Промежуточная фаза аварии начинается с момента завершения формирования радиоактивного следа до принятия всех основных мер радиационной защиты. В за-

висимости от характера и масштаба чрезвычайной ситуации длительность промежуточной фазы может быть от нескольких дней до нескольких лет. В промежуточной фазе облучение от облака отсутствует. Источником внешнего облучения являются РВ, осевшие из облака на поверхность земли, зданий, сооружений и т.п., и сформировавшие радиоактивный след. Внутрь организма РВ поступают перорально и ингаляционным путём при вдыхании загрязнённых мелкодисперсных частиц почвы, пыльцы растений и т.п.

Поздняя (отдалённая) фаза аварии может продолжаться годы после аварии в зависимости от характера и масштабов радиоактивного загрязнения. Во время этой фазы данные, полученные на основании мониторинга окружающей среды, могут быть использованы для принятия решений о возвращении к нормальным условиям жизнедеятельности путем одновременной или последовательной отмены защитных мер, предпринятых во время первых двух фаз ликвидации последствий. В других случаях в течение долгого времени могут потребоваться определенные ограничения. Фаза заканчивается одновременно с отменой всех ограничений и переходом к обычному дозиметрическому контролю радиационной обстановки, характерному для условий «контролируемого облучения». На поздней фазе источник внешнего и внутреннего облучения тот же, что и на промежуточной фазе.

Пример трёх периодов развития аварии на ЧАЭС:

- ранний – с 26.04.1986г. по 11.05.1986г., когда активная зона реактора 4-го энергоблока была открыта, горящий графит вместе с легколетучими радионуклидами – продуктами деления выносился парогазовой струёй в верхние слои атмосферы, рассеивался под действием ветра, выпадая на поверхность земли в виде мокрых и сухих осадков. Это – период формирования радиационной обстановки. Также к ран-

нему периоду следует отнести первые 2-3 месяца после аварии, т.н. «йодный период», когда доминирующее радиационное воздействие происходило от радионуклидов йода, осуществлялись специальные контрмеры и были проведены жёсткие противорадиационные мероприятия в виде эвакуации населения 30-км зоны и последующего отселения из прилегающей к 30-км зоне территории. Условно ранний период закончился в августе 1986г;

- промежуточный – период окончательно сформировавшейся радиационной обстановки на всех загрязнённых территориях, в течение которого проводилось уточнение уровней загрязнения территории радионуклидами и доз облучения населения, противорадиационные мероприятия, включая такие жёсткие, как дополнительное отселение по критериям, установленным Законами Республики Беларусь, принятыми в 1991г [1, 3, 4]. Условно промежуточный период закончился в 1992г., когда было закончено дополнительное отселение;
- отдалённый – период стабилизации радиационной обстановки и её постепенного улучшения. Период характеризуется снижением облучения жителей загрязнённых территорий и возможностью практически безопасной жизнедеятельности на этих территориях, проведением мягких, в основном сельскохозяйственных контрмер, реабилитацией территорий и постановкой вопроса о возвращении некоторых загрязнённых территорий к нормальной жизнедеятельности.

Рекомендации МКРЗ и ВОЗ о мерах, направленных на защиту населения при выбросе радионуклидов во время аварии на АЭС

Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) является незави-

симой международной организацией и состоит из Главной Комиссии и пяти Комитетов: по Радиационной защите, по Дозам радиационного воздействия, по защите в медицине, по Применению рекомендаций МКРЗ и по защите окружающей среды.

В состав Главной Комиссии входят 12 членов и председатель Комиссии. Комитеты состоят из 15–20 членов. Среди них преобладают биологи и врачи, а также широко представлены физики.

Целью её деятельности является установление основных принципов радиационной защиты и публикация соответствующих рекомендаций.

МКРЗ, в соответствии со своей конституцией, при подготовке рекомендаций руководствуется основными принципами применения соответствующих мер радиационной защиты, оставляя национальным организациям по радиационной защите нести ответственность за формулирование специальных рекомендаций, законодательных и нормативных актов, отвечающих потребностям каждой страны.

МКРЗ предлагает свои рекомендации организациям по нормированию и научно-сопровождению в качестве помощи в руководстве и реализации мер радиационной защиты. Несмотря на то, что МКРЗ не имеет формального права навязывать свои предложения кому-либо, практическое законодательство в большинстве стран в основном следует ее рекомендациям.

Одна из последних публикаций МКРЗ № 103 содержит рекомендации по обеспечению радиационной защиты персонала и населения от воздействия источников ионизирующего излучения [5]. Рекомендации подготовлены на основе современных научных знаний о радиационном воздействии на человека и окружающую среду и заменяют собой Рекомендации МКРЗ, выпущенные в 1990 г. № 60 [6].

Публикация предназначена для национальных и международных органов, ответственных за регулирование радиационной безопасности, а также специалистов в области радиационной безопасности и защи-

ты человека и окружающей среды при использовании источников ионизирующего излучения в промышленности, медицине и при научных исследованиях. Положения Рекомендаций МКРЗ соответствуют законодательству Беларуси и в ряде случаев более широко раскрывают возможности изложенных принципов радиационной защиты.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) – специальное агентство Организации Объединённых Наций, состоящее из 193 государств-членов, основная функция которого лежит в решении международных проблем здравоохранения и охране здоровья населения мира. Она была основана в 1948 г. со штаб-квартирой в Женеве в Швейцарии. В задачи ВОЗ также входит предоставление международных рекомендаций в области здравоохранения. В частности, одной из хорошо известных в Гомеле публикаций ВОЗ является Информационный бюллетень № 303 Апреля 2006 г. «Медицинские последствия Чернобыльской аварии».

Мероприятия по ликвидации радиационных аварий

Классификация радиационных аварий проводится с целью заблаговременной разработки мер, реализация которых в случае аварии должна уменьшить вероятные последствия и содействовать успешной ее ликвидации. Классификация возможных аварий производится по двум признакам: по типовым нарушениям нормальной эксплуатации и по характеру последствий для персонала, населения и окружающей среды.

С точки зрения медицинских последствий, контингента облучаемых лиц и вида лучевого воздействия на организм человека радиационные аварии разделяются на пять основных групп: малые, средние, большие, крупные и катастрофические.

К малым радиационным авариям относятся инциденты, не связанные с серьезными медицинскими последствиями и характеризующиеся только экономическими потерями. При этом возможно облучение лиц различной категории. Дозы не должны превышать установленных санитарных норм.

Для четырех групп радиационных аварий возможны медицинские последствия – острые и хронические лучевые поражения, неблагоприятные стохастические последствия. Вторую и третью группы объединяют производственные радиационные аварии, т.е. инциденты, связанные с персоналом. Четвертая и пятая группы – аварии и происшествия, при которых страдает население. Для радиационных аварий второй группы характерно только внешнее, а для третьей группы – внешнее и внутреннее облучение персонала.

Четвертая группа радиационных аварий (крупные аварии) объединяет аварии, при которых возможно только внешнее, внешнее и внутреннее облучение небольшого числа лиц. К пятой группе (катастрофические аварии) относятся радиационные аварии, при которых наблюдается внешнее и внутреннее облучение больших контингентов населения, проживающего в одном или нескольких регионах.

Международная шкала ядерных событий

Для оценки ядерных инцидентов и событий на атомных станциях применяют специальную Международную шкалу ядерных событий (International Nuclear Event Scale) [7], представленную в таблице 1. Ее применяют не только в отношении АЭС, но и всех других ядерных установок и объектов, связанных с гражданской ядерной промышленностью, а также к любым событиям, происходящим при транспортировке радиоактивных материалов.

Международная шкала ядерных событий была введена в 1990 г. прежде всего с целью облегчить передачу сообщений о таких событиях специалистам атомной промышленности, средствам массовой информации и общественности. Шкала охватывает уровни от нулевого – события, не существенные для безопасности, до седьмого – крупная авария.

Шкала была направлена в государства-члены Международного агентства по атомной энергии для официального принятия.

Она предназначена быть важным средством для представления оперативной, ясной и последовательной информации о ядерных событиях, где бы и когда бы они ни произошли.

Описание Международной шкалы ядерных событий на АЭС:

- 7 уровень – глобальная авария, сопровождающаяся большим выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду, радиологически эквивалентным от тысячи до десятков тысяч терабеккерелей радиоактивного йода-131, при котором нанесен значительный ущерб здоровью людей и окружающей среде (примеры – Чернобыль в 1986 году и Фукусима в 2011 году);
- 6 уровень – тяжелая авария, по внешним последствиям характеризующаяся значительным выбросом радиоактивных веществ, радиологически эквивалентным от десятков до сотен терабеккерелей радиоактивного йода-131 в ограниченной зоне с необходимостью введения в действие противоаварийных мероприятий (пример – авария в Уиндскейл (Великобритания) в 1957 году);
- 5 уровень – значительный выброс продуктов деления в окружающую среду, эквивалентный величинам от нескольких единиц до десятков терабеккерелей радиоактивного йода-131. Возможна частичная эвакуация, рекомендуется йодная профилактика (пример – АЭС Три-Майл-Айленд (США), 1979 год);
- 4 уровень – авария в пределах АЭС – частичное разрушение активной зоны как механическое, так и тепловое (плавлением). Обслуживающий персонал может получить острое облучение порядка 2 зивертов (200 рад). Возможный выброс в окружающую среду вызывает облучение отдельных лиц из населения в пределах нескольких миллизивертов. Защитных мер не требуется, но

Таблица 1 – Международная шкала ядерных событий

Уровень аварии	Статус	Характеристика	Пример
0 и ниже	Отклонение	Аварии и происшествия технического характера, не связанные с атомной установкой	
1 2	Инцидент	Функциональные отключения и отказы в управлении, не вызывающие непосредственного влияния на безопасность АЭС, тем более на окружающую среду	
3		Серьезное происшествие из-за отказа оборудования или ошибок эксплуатации. В окружающую среду выброшены радиоактивные продукты, возможная доза облучения отдельных людей не превышает нескольких мЗв. Внутри АЭС персонал может быть переоблучен дозами порядка 50 мЗв	Авария на АЭС Вандельос Испания, 1989 год
4	Авария	Авария в пределах АЭС – частичное разрушение активной зоны как механическое, так и тепловое (плавлением). Персонал может получить острое облучение ~ 2 Зв. Возможный выброс в окружающую среду вызовет облучение отдельных лиц из населения ~ в несколько мЗв. Защитных мер не требуется, но должен осуществляться контроль продуктов питания	АЭС Сен-Лоран Франция, 1980 год
5		Значительный выброс продуктов деления в окружающую среду, эквивалентный величинам от единиц до десятков ТБк йода-131. Возможна частичная эвакуация, рекомендуется йодная профилактика, несмотря на то, что согласно современным представлениям только 1000 и более доз препарата могут значимо купировать щитовидную железу, что практически неосуществимо	АЭС Три-Майл-Айленд, США, 1979 год 0,6-0,7 ТБк
6		Тяжелая авария, по внешним последствиям характеризующаяся значительным выбросом радиоактивных веществ, эквивалентным от десятков до сотен ТБк йода-131 в ограниченной зоне с необходимостью введения в действие противоаварийных мероприятий	Авария в Уиндскейл, Великобритания, 1957 740 ТБк
7		Глобальная авария, сопровождающаяся большим выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду, эквивалентным от тысячи до десятков тысяч ТБк йода-131, при котором нанесен значительный ущерб здоровью людей и окружающей среде	Чернобыль, СССР, 1986 1760 ПБк Фукусима, Япония, 2011 год 3000 ТБк

- должен осуществляться контроль продуктов питания (пример – АЭС Сен-Лоран (Франция), 1980 год);
- 3 уровень – серьезное происшествие из-за отказа оборудования или ошибок эксплуатации. В окружающую среду выброшены радиоактивные продукты, возможная доза облучения отдельных людей не превышает нескольких миллизертов. Внутри АЭС обслуживающий персонал может быть переоблучен дозами порядка 50 миллизертов (пример – авария на АЭС Вандельос (Испания), 1989 год);
 - 2 и 1 уровни – функциональные отключения и отказы в управлении, не вызывающие непосредственного влияния на безопасность АЭС, а тем более на окружающую среду;
 - 0 и ниже – аварии и происшествия технического характера, не свя-

занные с атомной установкой и ее работой.

Сеть связи «Информационная система INES» получает от национальных координаторов INES и распространяет между ними в течение 24 часов «Формуляры классификации события», содержащие компетентную информацию о ядерных событиях, когда:

- значимость с точки зрения безопасности находится на уровне 2 и выше;
- общественный интерес за пределами страны, где они произошли, требует сообщений в прессе (уровни 1 и 0) [7].

Формуляр классификации события предназначен для того, чтобы помочь каждому национальному координатору INES представить общественности и средствам массовой информации своей страны необходимую информацию о ядерных событиях в других странах. МАГАТЭ предоставляет Формуляр классификации события в качестве отдельного документа вместе с руководством по его заполнению [7].

С целью оценки безопасности происшествия структура Международной шкалы ядерных событий представлена в форме простой матрицы с ключевыми словами, характеризующими в целом значимость событий (таблица 2). Она содержит три критерия, которые используются для классификации событий, и эквивалентность уровней по различным критериям. Формулировки в этой матрице выбраны так, чтобы дать общее представление о значимости события с точки зрения безопасности, и не претендуют на точность или строгую определенность. Более детализированные определения каждого уровня даются в руководстве. Оно позволит тем, кто оценивает инциденты и аварии, расположить эти события по шкале в соответствии с согласованной международной практикой.

Четвёртый столбец имеет отношение к событиям, сопровождающимся выбросом радиоактивных веществ за пределы площадки. Поскольку это единственное по-

следствие, которое непосредственно воздействует на население, именно такие выбросы особенно беспокоят общественность.

Поэтому нижняя ступень в этом столбце представляет выброс, который приводит к максимальной расчетной дозе облучения отдельных лиц за пределами площадки, численно эквивалентной приблизительно одной десятой доле предельной годовой дозы для населения; это классифицируется уровнем 3. Такая доза обычно составляет около одной десятой средней годовой дозы от естественного радиационного фона. Высшая ступень в этом столбце соответствует крупной ядерной аварии с обширными последствиями для здоровья населения и для окружающей среды.

В третьем столбце рассматривается воздействие события на площадке. Эта категория охватывает диапазон от уровня 2 (значительное радиоактивное загрязнение и/или переоблучение персонала) до уровня 5.

Взаимодействие государственных надзорных организаций при расследовании и ликвидации последствий радиационных аварий

Концепция защиты населения Республики Беларусь при радиационных авариях на АЭС согласована Национальной комиссией по радиационной защите, одобрена коллегией Министерства здравоохранения и утверждена Главным Государственным санитарным врачом 28 мая 1993 года. Ее цель – обоснование защитных мероприятий, предотвращающих возникновение детерминистских эффектов, а также ограничивающих риск стохастических эффектов.

С целью качественного и полного решения задач по ликвидации последствий аварии администрация учреждения организует взаимодействие с:

- Госатомнадзором МЧС;
- Управлением внутренних дел района;
- Управлением МЧС;
- Администрацией района;
- региональным отделением Госсаннадзора Минздрава Республики Беларусь.

Таблица 2 – Критерии оценки безопасности

Название события по шкале INES	Критерии оценки безопасности		
	Деградация защиты в глубину	Последствия на площадке АЭС	Последствия вне площадки АЭС
События вне шкалы	Нет связи со шкалой событий		
0 – событие с отклонением ниже шкалы	Отсутствует значимость с точки зрения безопасности		
1 – аномальная ситуация	Аномальная ситуация, выходящая за пределы допустимого при эксплуатации		
2 – инцидент	Инцидент с серьезными отказами в средствах обеспечения безопасности	Значительное распространение радиоактивных веществ; выше пределов допустимого	
3 – серьезный инцидент	Практически авария: все уровни и барьеры безопасности отсутствуют	Серьезное распространение радиоактивности; облучение персонала с серьезными последствиями	Пренебрежимо малый выброс: облучение население ниже допустимого предела
4 – авария без значительного риска для окружающей среды		Серьезное повреждение активной зоны и физических барьеров; облучение персонала с летальным исходом	Минимальный выброс: облучение населения в допустимых пределах
5 – авария с риском для окружающей среды		Тяжелое повреждение активной зоны и физических барьеров	Ограниченный выброс: требуется применение плановых мероприятий по восстановлению
6 – серьезная авария			Значительный выброс: требуется полномасштабное применение мероприятий по восстановлению
7 – крупная или тяжелая авария			Сильный выброс: тяжелые последствия для здоровья населения и окружающей среды

При необходимости извещает сопредельные государства и МАГАТЭ.

Концепция предусматривает защитные мероприятия на период первых 10 дней аварии.

Основным критерием для принятия решения о применении мер защиты является индивидуальная доза облучения, прогнозируемая от начала аварии до 10 суток после нее [8].

Исследование причин возникновения тяжелых аварий, последовательности развития событий от исходного до конечного состояния, дает возможность сделать вы-

воды относительно некоторых общих тенденций. На АЭС основными причинами радиационных аварий с различной степенью расплавления активной зоны реактора являются следующие:

- недостатки конструкции;
- недостатки в техническом обслуживании, включая перегрузку топлива или испытаний;
- вина оператора;
- остановка реактора;
- низкое качество разработки, изготовления и эксплуатации объекта или технической системы;

- высокая степень износа оборудования;
- низкий уровень финансирования.

Эксперты считают, что все произошедшие в СССР и России аварии на радиационно опасных объектах можно было предотвратить.

Библиографический список

1. Закон Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения» № 112-З от 05.01.1998 г. в редакции закона №72-З от 21.12.2005 г. Изменения и дополнения: закон № 440-З от 06.11.2008 г. // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008. – № 266,2 / 1537.
2. Закон Республики Беларусь «Об использовании атомной энергии», 2008г.
3. Закон Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших в результате катастрофы на ЧАЭС». 06.01.2009г., г. Минск 9-З.
4. Закон Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС»: от

12 мая 1999 г. №258-З: с изм. и доп.: текст по состоянию на 4 июля 2006 г. №140-З. – Минск, 2006.

5. ICRP Publication 103: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection // Annals of the ICRP. – 2007. – Vol. 37, № 2-4. – 332 p.

6. Радиационная защита. Рекомендации МКРЗ. Публикация 60 и 61: Пер. с англ. М.: Атомиздат, 1994.

7. ИНЕС. Руководство для пользователей. Международная шкала ядерных и радиологических событий. Издание 2008 года. Подготовлено совместно МАГАТЭ и ОЭСР/АЯЭ. МАГАТЭ. Вена, Австрия. 2008.

8. Санитарные нормы и правила «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения», утвержденные постановлением №137 Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31 декабря 2013 года.

N.G. Vlasova

THE RADIATION ACCIDENTS

A review of radiation accidents, the analysis of the stages of the development of the accident, including the example of the Chernobyl accident. The recommendations of the ICRP and WHO on measures aimed at protecting the public during the release of radionuclides during an accident at a nuclear power plant are presented. The measures for the elimination of radiation accidents are described. A classification of radiation accidents is presented to support measures to eliminate radiation accidents. The International Scale of Nuclear Events is described. Safety assessment criteria on the International Nuclear Event Scale are present. The interaction of state supervisory organizations in investigating and eliminating the consequences of radiation accidents is grounded.

Key words: *radiation accident, stage of the accident, International commission on radiological protection (ICRP), international nuclear event scale*

Поступила 14.03.201946