

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(13)
2015 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)
- Перечень журналов и изданий ВАК Минобрнауки РФ (редакция май 2012 г.)

Журнал зарегистрирован

Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 14.04.15.
Формат 60×90/8. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 211 экз.
Усл. печ. л. 19,5. Уч.-изд. л. 9,7.
Зак. 1353.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины и экологии
человека»
ЛИ № 02330/619 от 3.01.2007 г.
Продлена до 03.01.2017

Отпечатано в Филиале БОРБИЦ
РНИУП «Институт радиологии».
220112, г. Минск,
ул. Шпилевского, 59, помещение 7Н

ISSN 2074-2088

Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Бемяковский (д.м.н., профессор), Ю.В. Висенберг (к.б.н., отв. секретарь), Н.Г. Власова (д.б.н., доцент, научный редактор), А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Веякин (к.б.н.), В.В. Евсеенко (к.пс.н.), С.В. Зыблева (к.м.н.), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), А.В. Коротаев (к.м.н.), А.Н. Лызииков (д.м.н., профессор), А.В. Макарьчик (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), 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.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), М.Г. Русаленко (к.м.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.)

Редакционный совет

В.И. Жарко (министр здравоохранения Республика Беларусь, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), 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), Ю.Е. Демидчик (д.м.н., член-корреспондент НАН РБ, 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., Минск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), 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 «РНИЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97
<http://www.mbr.rcrm.by> e-mail: mbr@rcrm.by

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический
центр радиационной медицины и
экологии человека», 2015

№ 1(13)

2015

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

Н.Г. Власова, А.В. Рожко, Ю.В. Висенберг
Анализ данных каталога средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь 6

Медико-биологические проблемы

В.С. Аверин
Формирование доз внешнего и внутреннего облучения объектов агроэко-системы при эксплуатации белорусской атомной электростанции 12

Т.В. Андрияшина, Е.А. Саратовских, В.С. Пятенко, И.К. Хвостунов, Е.Ф. Исакова, С.В. Котелевцев
Результаты оценки токсичности и генотоксичности почвы при обследовании загрязненных территорий Орловской области 19

Т.И. Белихина, Т.Ж. Мулдагалиев, Р.Т. Булеуханова, В.К. Нургалиева, Ж.К. Жагипарова
Сравнительный анализ показателей заболеваемости населения Казахстана, проживающего на территориях, прилегающих к ядерным полигонам 30

С.Г. Криворот, Т.Э. Владимирская, И.А. Швед, С.А. Новаковская
Гистологический, гистохимический, ультраструктурный и морфометрический анализ изменений интимы аорты кроликов на фоне холестериновой нагрузки 39

Э.В. Могилевец, П.В. Гарелик, С.С. Ануфрик, Н.И. Прокопчик
Влияние фотодинамической терапии на гистологическую структуру печени и биохимические показатели крови при CCl_4 -индуцированном гепатите, как стадии формирования цирроза 48

В.П. Невзоров, В.И. Чучко, В.Н. Сушицкий, А.П. Бирюков
Методические возможности совершенствования экспертизы оценки влияния экстремальных ситуаций на состояние здоровья населения 57

Reviews and problem articles

N.G. Vlasova, A.V. Razhko, Yu.V. Visenberg
Analysis of catalog of average annual effective doses in residents of settlements of the Republic of Belarus

Medical-biological problems

V.S. Averin
External and internal dose' forming for agroecosystems objects while belarusian nuclear power plant operation

T.V. Andriyashina, E.A. Saratovskikh, V.S. Pyatenko, I.K. Khvostunov, E.F. Isakova, S.V. Koteltsev
The estimation of toxicity and genotoxicity of natural soil located in the territory of Orel region by different biological benchmarks

T.I. Belikhina, T.Zh. Muldagaliev, R.T. Buleuhanova, V.K. Nurgaliev, Zh.K. Zhagiparova
Comparative analysis of morbidity rate of Kazakhstan's population living on the territory adjacent to the nuclear test site

S. G. Kryvorot, T. E. Vladimirskaia, I.A. Shved, S.A. Novakovskaya
Histological, histochemical, ultrastructural and morphometric analysis of intima in rabbit aorta during cholesterol loading

E.V. Mahiliavets, P.V. Garelik, S.S. Anufrik, N.I. Prokopchik
The effect of photodynamic therapy on histological structure of the liver and blood biochemical parameters in CCl_4 -induced hepatitis, as the stage of the development of the cirrhosis

V.P. Nevzorov, V.I. Chuchko, V.N. Sushitskiy, A.P. Biryukov
Methodological possibilities improvement examination of evaluation of extreme situations health status

Эль-Рефай Хусам, В.П. Ситников, Э.А. Надыров, С.В. Шилько
 Морфологические результаты использования протезов на основе модифицированного фторопласта с алмазоподобным нанопокрывтием в хирургии уха (экспериментальное исследование) 63

Клиническая медицина

О.П. Грошева, А.В. Величко
 Лабораторные предикторы вторичного гиперпаратиреоза на разных стадиях хронической болезни почек и после ренальной аллотрансплантации 71

А.Г. Карапетян
 Оценка эндокринных изменений у ликвидаторов ЧАЭС в раннем и отдаленном поставарийном периоде 78

А.С. Князюк, Э.А. Надыров, Д.Н. Бонцевич, Д.А. Зиновкин
 Новый антибактериальный шовный материал: морфологическая оценка биологического действия на органы и ткани 87

А.Б. Малков
 Доклиническая диагностика дистальной диабетической полинейропатии нижних конечностей 96

А.Н. Михайлов, И.С. Абельская, Т.Н. Лукьяненко
 Роль количественной компьютерной томографии в оценке архитектоники костных структур у пациентов с остеохондрозом шейного отдела позвоночника 104

Е.П. Науменко, И.Э. Адзериho, А.В. Коротаев
 Исследование показателей сократимости миокарда левого желудочка по данным спекл-трекинг эхокардиографии у пациентов с ишемической болезнью сердца в сочетании с сахарным диабетом 2 типа 112

El-Refai Hoosam, V.P. Sitnikov, E.A. Nadyrov, S.V. Shil'ko
 The morphological results use of prostheses based on modified teflon with dlc-nanocoating in ear surgery (experimental study)

Clinical medicine

O.P. Grosheva, A.V. Velichko
 Laboratory predictors of secondary hyperparathyroidism at the different stages of chronic kidney disease and after renal allotransplantation

A.G. Karapetyan
 Evaluation of endocrine changes in liquidators: the early and late post-accident period

A.S. Kniaziuk, E.A. Nadyrov, D.N. Bontsevich, D.A. Zinovkin
 New antibacterial sutural material: morphological evaluation of biologic effect on organs and tissues

A. Malkov
 Preclinical diagnostics of distal diabetic polyneuropathy of lower extremities

A.N. Mikhailov, I.S. Abelskaya, T.N. Lukyanenka
 The role of quantitative computed tomography in the evaluation of the architectonics of bone structures in patients with osteochondrosis of the cervical spine

E. Naumenko, I. Adzeriho, A. Korotaev
 Study of the parameters of myocardial contractility of the left ventricle according to the speckle-tracking echocardiography in patients with coronary heart disease combined with type 2 diabetes

Н.М. Оганесян, А.Г. Карапетян, К.В. Асрян, М.И. Мириджанян, М.Г. Шахмурадян, Н.Р. Давидян

Лечение жителей Армении, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС

118

В.В. Татчихин, В.В. Аничкин

Функциональные результаты эндооральных резекций при раке языка и слизистой оболочки дна полости рта

125

Н.А. Филиптова, А.П. Сиваков, Т.С. Петренко
Влияние комбинированного воздействия гидромагнитотерапии и пневмокомпрессионной терапии на антиоксидантную систему больных сахарным диабетом

132

Обмен опытом

В.П. Невзоров, М.А. Круглова, Т.М. Буланова, С.С. Фаткина, С.В. Тхоровский, А.П. Бирюков

Основные принципы формирования учебных задач по радиационной эпидемиологии для повышения квалификации специалистов в рамках института последиplomного профессионального образования ФМБА России

138

Правила для авторов

144

N.M. Hovhannisyan, A.G. Karapetyan, K.V. Asryan, M.I. Mirijanyan, M.G. Shakhmuryan, N.R. Davidyan

Treatment of Armenian citizens injured in the Chernobyl NPP accident

V.V. Tatchihin, V.V. Anichkin

Functional results of endo-oral tongue resection and mucosa of the mouth floor in cancer

N.A. Filiptsova, A.P. Sivakov, T.S. Petrenko

The influence of combined effect of hydromagnetic and pneumocompression therapy on antioxidant system of patients with diabetes mellitus

Experience exchange

V.P. Nevzorov, M.A. Kruglova, T.M. Bulanova, S.S. Fatkina, S.V. Thorovsky, A.P. Biryukov

The basic principles of formation of learning tasks in radiation epidemiology for training at the Institute of Postgraduate Professional Education of the Federal Medical-Biological Agency of Russia

ФОРМИРОВАНИЕ ДОЗ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АГРОЭКОСИСТЕМЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕЛОРУССКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», г. Гомель, Беларусь

Выполнен прогноз доз внешнего и внутреннего облучения объектов биоты от штатных выпадений и максимального проектного аварийного выброса АЭС с инновационной реакторной установкой ВВЭР-1200 поколения 3+, строительство которой ведется на Островецкой площадке. Проведен анализ различных путей формирования доз: внешнего облучения – от γ , β -излучения загрязненного воздуха, фотонного излучения поверхности загрязненной почвы, β -излучения загрязненной поверхности животных и растений, а также внутреннего облучения – при ингаляционном и пероральном путях поступления радионуклидов. Общая поглощенная доза животных и растений как при штатных выпадениях за весь период эксплуатации, так и в случае максимальной проектной аварии не может превысить предельного значения дозы на биоту для аварийного облучения в 1 Гр.

Ключевые слова: атомная электростанция, нормальная эксплуатация, максимальная проектная авария, дозы облучения животных и растений

Введение

Воздействие атомной электростанции на окружающую среду оценивается по возможной реакции на него критических биогеоценозов и их критических участков. Одним из критических объектов воздействия АЭС является агроэкосистема.

До последнего времени международная научная общественность не пришла к единому мнению относительно допустимых уровней радиационного воздействия на биоту, в том числе на сельскохозяйственные растения и животных. Первоначально научные основы радиационной защиты биоты базировались на антропоцентрическом принципе «если защищен человек – защищена и окружающая среда», при этом система защиты обеспечивала охрану среды обитания человека от действия ионизирующих излучений. Для того, чтобы обеспечить научную основу управления радиационными эффектами в окружающей среде [1], позже была обоснована необходимость единого методологического подхода к радиационной защите как челове-

ка, так и биоты [2]. В последнее десятилетие произошёл сдвиг от антропоцентрической концепции к биоцентрическим (при которых защита должна распространяться на биоту) и экоцентрическим (защищены и биотический, и абиотический компоненты окружающей среды) принципам обеспечения безопасности [1]. Согласно экоцентрической стратегии охраны здоровья человека и природы, «Человек может быть здоров только в чистой окружающей среде» [3].

Научным комитетом по действию атомной радиации (НКДАР ООН) отмечается, что, ввиду огромного разнообразия живых организмов, не представляется возможным рассмотреть всех представителей флоры и фауны даже для отдельно взятого участка территории. Поэтому, в соответствии с современными подходами Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), радиационное воздействие на биоту необходимо оценивать для ограниченного числа референтных организмов, которые являются реперными при оценке воздействия ионизирующих излучений на биоту [1, 4].

Рекомендованы нормативы допустимого облучения окружающей среды (биоты) и указаны верхние границы безопасной мощности дозы: при хроническом β - и γ -облучении – $0,1 \text{ мГр}\cdot\text{час}^{-1}$ – для большинства сухопутных (наземных) видов, и $0,4 \text{ мГр}\cdot\text{час}^{-1}$ – для водных видов биоты, для острого (аварийного) облучения предельным значением дозы следует считать 1 Гр [4].

Материал и методы исследования

Для оценки доз облучения животных и растений от радиационного воздействия АЭС разработано программное обеспечение [5]. Исходными данными для расчетов доз являлись: информация о величине и радионуклидом составе выброса [6], продолжительности однофазового выброса, высоте трубы энергоблока, высоте слоя перемешивания, категории атмосферной устойчивости, о метео- и других условиях, характерных для площадки размещения планируемой БелАЭС в Островецком районе Гродненской области. В пределы 30-километровой зоны вокруг площадки БелАЭС входит вся территория Островецкого, часть Сморгонского и Ошмянского районов Гродненской области, Мядельского района Минской области, Поставского района Витебской области, а также территория сопредельного государства – Литвы. Основная территория района размещения АЭС входит в состав Гродненской области. Земельный фонд зоны по Гродненской области составляет около 215 тыс. га, в том числе 86 тыс. га (40%) земель сельскохозяйственных организаций, 10 тыс. га (5%) – земли граждан и 0,66 тыс. га (0,3%) – земли запаса. Основная часть территории 30-километровой зоны вокруг площадки БелАЭС занята лесными насаждениями и сельскохозяйственными землями (около 90%), на которых в настоящее время ведется интенсивная хозяйственная деятельность. Поэтому в качестве референтных организмов консервативно выбраны и сельскохозяй-

ственные, и дикие животные. Рассматривались наиболее неблагоприятные сценарии осаждения радиоактивной примеси.

Штатные и проектные аварийные выбросы АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 не содержат топливных частиц, газов и аэрозоль с радионуклидами, распадающимися по схеме α -распада (актиноидов), поэтому α -частицы не участвуют в формировании дозы облучения. Оценка доз внешнего (от γ , β -излучения загрязненного воздуха, фотонного излучения поверхности загрязненной почвы, β -излучения загрязненной поверхности животных и растений) и внутреннего (при ингаляционном и пероральном путях поступления радионуклидов) облучения выполнялась в соответствии с методическими рекомендациями [4, 7-13]. При расчетах доз облучения от каждого радионуклида учитывались его концентрация в приземном слое воздуха, период полураспада, а также квантовые выходы и энергии каждого из испускаемых гамма-квантов. Расчет выполнен путем суммирования поглощенных доз от наиболее значимых радионуклидов, формирующих более 99 % дозы.

Результаты исследования

Максимальные дозы облучения как при нормальной эксплуатации АЭС, так и в случае проектной аварии прогнозируются от γ -излучения струи радиоактивных газов на территории промплощадки. Суммарная поглощенная доза от γ -излучения струи за год нормальной эксплуатации АЭС с учетом квантовых выходов и энергий фотонов радионуклидов штатных выбросов из венттруб АЭС составит $0,2 \text{ мГр}$.

За сутки нормальной эксплуатации АЭС при нахождении в точке с максимальной объемной приземной концентрацией радиоактивной примеси в воздухе $11 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ на расстоянии $1,8 \text{ км}$ от источника выброса суммарная поглощенная доза от γ -излучения радиоактивного облака составит $0,01 \text{ мГр}$.

Инертные газы (радиоактивные изотопы аргона, криптона и ксенона) формируют более 99% суммарной дозы от γ -излучения струи и облака при нормальных условиях эксплуатации АЭС.

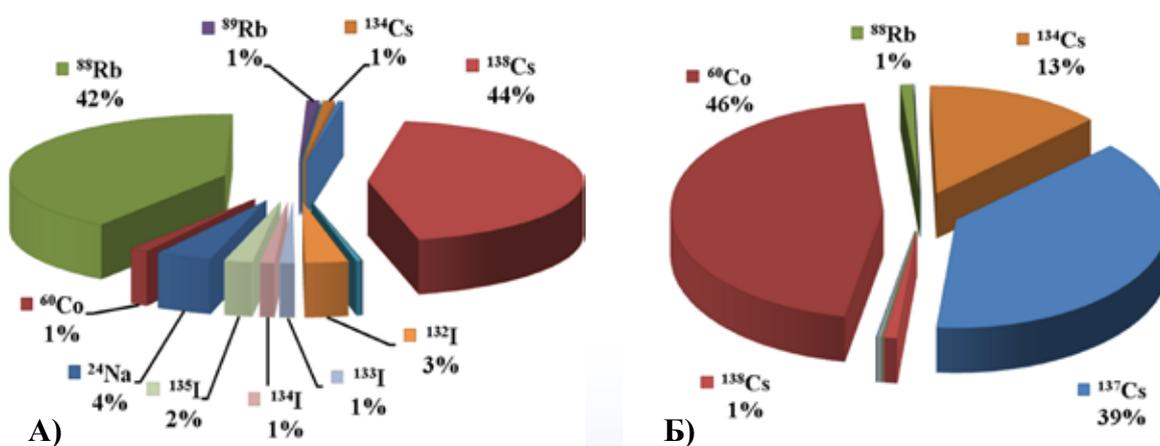
Мощность суммарной поглощённой дозы животных и растений от γ -излучения почвы при вводе АЭС в эксплуатацию составит около 10^{-7} мкГр·час⁻¹, через 60 лет штатных выпадений – $5 \cdot 10^{-6}$ мкГр·час⁻¹.

На рисунке 1 представлен вклад наиболее значимых радионуклидов

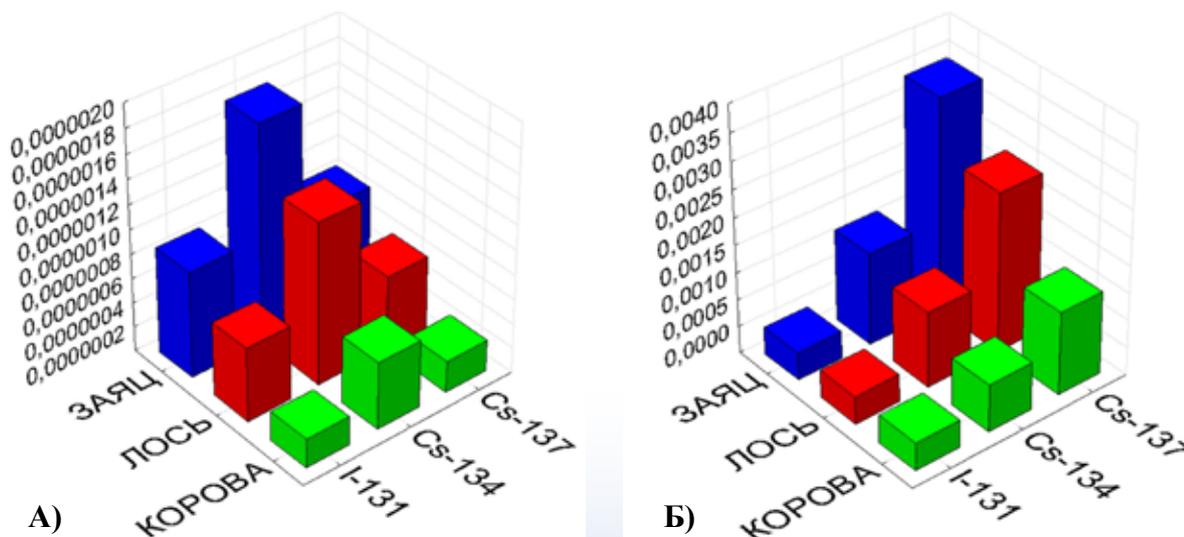
вкладов в почву в суммарную поглощённую дозу животных и растений в точке с максимальной плотностью загрязнения в первые сутки и через 60 лет нормальной эксплуатации АЭС.

Показано, что в течение срока эксплуатации АЭС увеличивается вклад ¹³⁷Cs в формирование поглощённой дозы от γ -излучения почвы.

При равных условиях радиоактивного загрязнения большую поглощённую дозу от γ -излучения ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs в почве по-



А) при вводе в эксплуатацию и Б) через 60 лет нормальной эксплуатации АЭС
Рисунок 1 – Вклад наиболее значимых радионуклидов в суммарную поглощённую дозу от γ -излучения почвы в точке с максимальной плотностью загрязнения



А) через сутки после начала эксплуатации АЭС в точке, Б) через 60 лет после начала эксплуатации АЭС, $\times 10^{-3}$ мкГр·ч⁻¹
Рисунок 2 – Мощность поглощённой дозы отдельных референтных животных от γ -излучения ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs в почве с максимальной плотностью загрязнения

лучит животное с меньшей массой организма, что объясняется их менее эффективным самоэкранированием γ -квантов по сравнению с животным с большей массой организма [4] (рисунок 2).

Суммарная поглощённая доза от β -излучения радиоактивного облака за сутки нормальной эксплуатации АЭС составит около 0,004 мГр. Инертные радиоактивные газы формируют более 99% суммарной дозы от β -излучения облака при нормальных условиях эксплуатации АЭС.

Мощность поглощённой дозы от β -излучения поверхности животных и растений через сутки после начала эксплуатации может превысить 7×10^{-7} мГр·час⁻¹ на расстоянии 1,8 км от источника выброса (в точке с максимальной объёмной приземной концентрацией радиоактивной примеси). В качестве консервативной оценки приняты значения величины мощности максимальной эквивалентной дозы 2×10^{-2} мкЗв·час⁻¹ на см² поверхности биологических объектов на участках, удаленных от АЭС на 750-3000 м. На рисунке 3 представлен вклад наиболее значимых радионуклидов в

суммарную поглощённую дозу за час от β -излучения поверхности биологических объектов при штатных выбросах.

На территории промплощадки максимальная суммарная поглощённая доза биоты от γ -излучения струи за 10 часов МПА на АЭС с учетом квантовых выходов и энергии фотонов радионуклидов максимального проектного выброса может составить 1,3 мГр.

Наибольшая объёмная приземная концентрация радиоактивной примеси в воздухе при максимальном проектном выбросе может составить 3,75 кБк·м⁻³ на расстоянии 3 км от места выброса. За 10 часов нахождения реципиента в радиоактивном облаке величина поглощённой дозы от загрязненного воздуха в точке с наибольшей приземной концентрацией в случае максимальной проектной аварии может превысить 0,002 мГр.

Инертные газы (радиоактивные изотопы криптона и ксенона) формируют более 95% суммарной дозы от γ -излучения струи и облака в случае максимальной проектной аварии на АЭС.

Интегральная доза облучения животных и растений от γ -излучения поверхности загрязненной радионуклидами почвы, полученная за первый час после максимальной проектной аварии, составит 0,09 мГр, за первые 150 суток после аварии – 7 мГр. Изотопы ¹³¹I, ¹³³I, ¹³⁵I формируют наибольший вклад (96 %) в поглощённую дозу за первые сутки после максимальной проектной аварии от γ -излучения почвы

Величина суммарной поглощённой дозы за 10 часов от β -излучения радиоактивного облака в точке с наибольшей приземной концентрацией в случае максимальной проектной аварии составит 2 мГр. Инертные радиоактивные газы формируют более 98% суммарной дозы от β -излучения облака при максимальной проектной аварии на АЭС.

Интегральная доза, сформированная β -частицами и электронами конверсии при

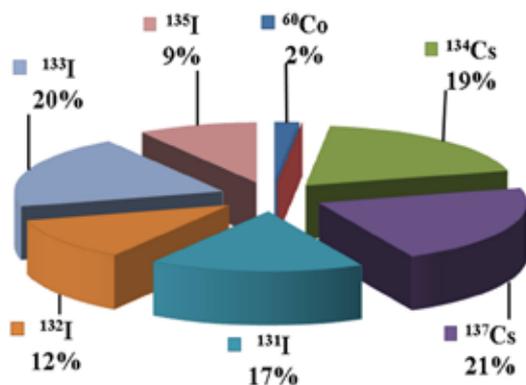


Рисунок 3 – Вклад наиболее значимых радионуклидов в суммарную поглощённую дозу от β -излучения биологических объектов в точке с максимальной объёмной приземной концентрацией радиоактивной примеси при нормальной эксплуатации АЭС

равномерном загрязнении базального слоя поверхности животных и растений за 20 суток после максимальной проектной аварии, может составить $600 \text{ мкГр}\cdot\text{см}^{-2}$. ^{131}I формирует значительную часть (81%) контактной дозы β -облучения за 20 суток после максимальной проектной аварии на АЭС.

Дозы внутреннего облучения при ингаляционном пути поступления радионуклидов от штатных выбросов пренебрежимо малы ($<n\cdot 10^{-20} \text{ мкГр}\cdot\text{час}^{-1}$), в случае максимальной проектной аварии также малы – $<n\cdot 10^{-12} \text{ мкГр}\cdot\text{час}^{-1}$.

Сравнительные оценки мощности максимальной дозы облучения референтных животных от биологически значимых радионуклидов при нормальном режиме эксплуатации АЭС и в случае максимальной проектной аварии при пероральном пути их поступления, консервативно предполагая гомогенное распределение в организме [14], представлены в таблице.

При нормальной эксплуатации АЭС с двумя реакторами типа ВВЭР максимальные мощности дозы облучения животных и растений ($1,6 \text{ мкГр}\cdot\text{ч}^{-1}$) будут малы по сравнению с $0,1 \text{ мГр}\cdot\text{ч}^{-1}$ – реко-

мендованным дозовым пределом [4]. В случае максимальной проектной аварии дозы на биоту не превысят предельных значений в 1 Гр [4].

Заключение

Как при нормальных условиях эксплуатации АЭС, так и в случае максимальной проектной аварии на энергоблоке основную часть (более 95%) дозы внешнего облучения животных и растений будут формировать инертные радиоактивные газы. При равных условиях радиоактивного загрязнения мощность дозы внешнего облучения выше для животного с меньшей массой организма, а мощность дозы внутреннего облучения выше для животного с большей массой организма.

Установлено, что радиационное воздействие на референтные объекты агроэкосистемы при штатных и аварийных (максимальная проектная авария) выбросах Белорусской АЭС будет значительно ниже рекомендованных пределов, что позволяет сделать заключение об отсутствии вреда для биоты.

Выполненные консервативные оценки доз облучения компонентов агроэко-

Таблица – Мощность дозы облучения некоторых референтных животных при пероральном поступлении радионуклидов при нормальном режиме эксплуатации АЭС и в случае максимальной проектной аварии (МПА)

Время нормальной эксплуатации АЭС и в случае МПА	Референтные животные	Мощность дозы, $\text{мкГр}\cdot\text{ч}^{-1}$			
		^3H	^{90}Sr	^{131}I	^{137}Cs
В первые сутки после начала эксплуатации АЭС	Лось	$1,5\cdot 10^{-8}$	-	$8,1\cdot 10^{-9}$	$3,6\cdot 10^{-9}$
	Утка			$4,7\cdot 10^{-9}$	$1,9\cdot 10^{-9}$
Через 60 лет после начала эксплуатации АЭС	Лось			$3,9\cdot 10^{-8}$	$1,5\cdot 10^{-5}$
	Утка			$2,2\cdot 10^{-8}$	$8,2\cdot 10^{-6}$
В первые сутки после аварии	Лось	-	$5,0\cdot 10^{-3}$	$2,2\cdot 10^{-1}$	$9,7\cdot 10^{-3}$
	Утка		$4,9\cdot 10^{-3}$	$1,3\cdot 10^{-1}$	$5,2\cdot 10^{-3}$

Примечания:

1. При равных условиях радиоактивного загрязнения концентрации радионуклидов в организме могут широко варьировать (до нескольких порядков величины) [15], поэтому выполненная оценка мощности дозы облучения является достаточно консервативной. По причине низкой плотности загрязнения ^{90}Sr формируемые им дозы не учтены;

2. Значения величин дозовых коэффициентов для расчёта дозы облучения лося при пероральном поступлении радионуклидов консервативно приняты равными соответствующим значениям для оленя.

стемы также можно сравнить с дозами, получаемыми человеком от естественных источников излучения, формирующих радиационный фон: 2,4-17 мЗв·год⁻¹ [16]. Проведенные исследования позволяют констатировать отсутствие значимых радиоэкологических (связанных с загрязнением продукции) и радиационно-индуцируемых эффектов при штатных выбросах и максимальных проектных авариях.

Библиографический список

1. A Framework for Assessing the Impact of ionizing radiation on Non-human Species. ICRP Publication 91. – Oxford, 2003. – 76 p.
2. Сравнительная оценка радиационного воздействия на биоту и человека в 30-километровой зоне Чернобыльской АЭС / С.В. Фесенко [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Том 44, №6. – С. 618-626.
3. Алексахин, Р.М. Радиационная защита окружающей среды: антропоцентрический и экоцентрический принципы / Р.М. Алексахин, С.В. Фесенко // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Том 44, №1. – С. 93-103.
4. Effects of ionizing radiation on non-human biota. Effects of ionizing radiation on non-human biota. Report of 56 Session United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly / D. Chambers [et al]. – New York: UNSCEAR, 2008. – 134 p.
5. Аверин, В.С. Применение геоинформационных технологий для оценки радиационного воздействия штатных и проектных аварийных выбросов / В.С. Аверин, К.Н. Буздалкин, Е.К. Нилова // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. –2010. – №2 (12). – С. 105-109.
6. Хмельницкая АЭС. Энергоблок №2: Оценка воздействий на окружающую среду. Раздел 5. Оценка радиационного воздействия на агроэкосистемы и население / А.С. Симонов [и др.]. – Киев: Энергопроект, 2000. – 133 с.
7. Характеристика окружающей среды и оценка воздействий на нее БелАЭС. Почвы. Сельское хозяйство. Оценка радиационного воздействия на агроэкосистемы: обоснование инвестирования в строительство атомной электростанции в Республике Беларусь. Раздел 9 / А.Н. Переволоцкий [и др.]. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии» МЧС РБ, 2009. – 202 с.
8. Количественная оценка риска химических аварий / В.М. Колодкин [и др.]. – Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2001. – 228 с.
9. Гусев, Н.Г. Радиоактивные выбросы в биосфере / Н.Г. Гусев, В.А. Беляев. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 254 с.
10. Козлов, В.Ф. Справочник по радиационной безопасности / В.Ф. Козлов. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 351 с.
11. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. TRS 472 / M. Balonov [et al]. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010. – 208 p.
12. Handbook for Assessment of the Exposure of Biota to Ionising Radiation from Radionuclides in the Environment / J. Brown [et al]. – Stockholm: Swedish Radiation Protection Authority, 2003. – 111 p.
13. Анненков, Б.Н. Сельское хозяйство после крупных радиационных катастроф / Б.Н. Анненков. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Ростиздат», 2010. – 284 с.
14. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. TRS 472 / M. Balonov [et al]. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010. – 208 p.
15. Predicting the radiation exposure of terrestrial wildlife in the Chernobyl exclusion zone: an international comparison of approaches / N.A. Beresford [et al] // J. Radiol. Prot. – 2010. – №30. – P. 341-373.
16. Техногенное излучение и безопасность человека / Л.А. Ильин [и др.]. – М.: Издат, 2006. – 303 с.

V.S. Averin

**EXTERNAL AND INTERNAL DOSE' FORMATING FOR AGROECOSYSTEMS
OBJECTS WHILE BELARUSIAN NUCLEAR POWER PLANT OPERATION**

The prediction of external and internal doses for biota objects from regular deletions and maximum design accidental release of plants with innovative reactor plant PWR-1200, generation 3+, which was constructed on Ostrovets site, had been conducted. The analysis of different ways of forming doses: external exposure – from γ , β -radiation polluted air, photon radiation contaminated soil surface, β -radiation contaminated surface animals and plants, as well as internal exposure – inhalation and oral routes of radionuclides. The total absorbed dose for animals and plants as during normal fallout for the entire period of operation, and in the case of the maximum design basis accident would not exceed the accidental limit of dose to biota to 1 Gy.

Key words: *nuclear power, normal operation, design-basis accident, radiation exposures to animals and plants*

Поступила 13.02.15