

# Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(19)

2018 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 10.04.18  
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.  
Гарнитура «Times New Roman».  
Печать цифровая. Тираж 100 экз.  
Усл. печ. л. 23,25. Уч.-изд. л. 12,1.  
Зак. 42/2.

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), В.В. Евсеенко (к.пс.н.),  
С.В. Зыблева (к.м.н., отв. секретарь), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), И.Н. Коляда (к.м.н.), А.В. Коротаев (к.м.н., доцент), А.Н. Лызикив (д.м.н., профессор), А.В. Макавич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Я.Л. Навменова (к.м.н.), Э.А. Надьров (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), И.П. Ромашевская (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н.), 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 (зам. премьер-министра 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), Е.Л. Богдан (Начальник Главного управления организации медицинской помощи Министерства здравоохранения), 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., 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 «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](mailto:mbp@rcrm.by)

© Государственное учреждение  
«Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека», 2018

№ 1(19)

2018

# 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****Reviews and problem articles****Н.Г. Власова**

Гигиеническая регламентация облучения человека

6

**N.G. Vlasova**

Hygienic regulation of human radiation

**Е.С. Пашинская, В.В. Поляржин, В.М. Семенов**

Паразитирование токсоплазм и его некоторые медико-биологические аспекты (обзор литературы, часть 1)

14

**E.S. Pashinskaya, V.V. Pabiarzhyn, V.M. Semenov**The parasite *Toxoplasma gondii* and some medical and biological aspects (literature review, part 1)**Медико-биологические проблемы****Medical-biological problems****К.Н. Буздалькин**

Облучение персонала в результате ингаляционного поступления радионуклидов при пожарах в зонах отчуждения и отселения Чернобыльской АЭС

25

**K.N. Bouzdalkin**

Irradiation of the personnel as a result of radionuclides inhalation during fires in Chernobyl exclusion zone

**Л.А. Горбач**

Риск туберкулеза у детей и подростков с различными заболеваниями в пострадавших от чернобыльской катастрофы районах

33

**L.A. Gorbach**

The risk of tuberculosis in children and adolescents with various diseases in affected by the Chernobyl disaster areas

**М.В. Кадука, Л.Н. Басалаева, Т.А. Бекашева, С.А. Иванов, Н.В. Салазкина, В.В. Ступина**

Результаты радиационного контроля пищевой продукции на загрязненных территориях российской федерации в отдаленный период после аварии на ЧАЭС

40

**M.V. Kaduka, L.N. Basalajeva, T.A. Bekjasheva, S.A. Ivanov, N.V. Salaskjina, V.V. Stupina**

The results of radiation control of the foodstuffs from contaminated territories of Russian Federation in the remote period after the accident on Chernobyl NPP

**Т.А. Кормановская**

Контроль и учет доз природного облучения населения Российской Федерации

48

**T.A. Kormanovskaja**

Control and accounting of the natural exposure doses population Russian Federation

**С. Д. Кулеш**

Сравнительный анализ эпидемиологии внутримозгового кровоизлияния в Республике Беларусь и других странах

55

**S. D. Kulesh**

Comparative analysis of the epidemiology of intracerebral hemorrhage in the Republic of Belarus and other countries

**С.Н. Соколовская, Л.Г. Карпишевич, Н.П. Минько, В.А. Пономарев, В.А. Игнатенко, Б.К. Кузнецов**

Изотопы радона и их использование при водолечении в санатории «Радон»

60

**S.N. Sakalouskaya, L.H. Karpishevich, N.P. Minko, V.A. Panamareu, V.A. Ignatenko, B.K. Kuznecov**

Radon isotopes and their application in hydrotherapy in health center «Radon»

- А.С. Соловьев, М.А. Пимкин, Т.А. Анащенко  
Влияние делеции субдомена инозин-5'-монофосфат дегидрогеназы и точечных мутаций гена фермента, ассоциированных с пигментным ретинитом, на её активность и нуклеотидные пулы *Escherichia coli* 66
- Л.А. Чунихин, А.Л. Чеховский, Д.Н. Дроздов  
Обоснование возможности определения критических зон радоноопасности по косвенным показателям радона 72
- Л.Н. Эвентова, А.Н. Матарас, Ю.В. Висенберг, Н.Г. Власова  
Динамика соотношения доз внешнего и внутреннего облучения жителей населенных пунктов, находящихся на территориях с различной плотностью радиоактивного загрязнения 80
- Ю.И. Ярец, И.А. Славников, З.А. Дундаров, Н.Н. Шibaева  
Информативность цитологического и гистологического методов исследования для оценки состояния воспалительной и пролиферативной фаз репарации гранулирующей раны 86

### Клиническая медицина

### Clinical medicine

- Р.В. Авдеев, А.С. Александров, Н.А. Бакунина, Д.А. Белая, А.Ю. Брежнев, Н.В. Волкова, Л.М. Габдрахманов, И.Р. Газизова, А.Б. Галимова, В.В. Гарькавенко, А.М. Гетманова, В.В. Городничий, А.А. Гусаревич, Д.А. Дорофеев, Ю.Ф. Дюкарева, П.Ч. Завадский, А.Б. Захидов, О.Г. Зверева, У.Р. Каримов, И.В. Кондракова, А.В. Куроедов, С.Н. Ланин, Дж.Н. Ловпаче, Е.В. Молчанова, З.М. Нагорнова, О.Н. Онуфрийчук, С.Ю. Петров, Ю.И. Рожко, Ж.О. Сангилбаева, А.В. Селезнев, Л.Б. Таштитова, С.В. Усманов, А.С. Хохлова, А.П. Шахалова, Р.В. Шевчук  
Анализ вариантов гипотензивного лечения пациентов с первичной открытоугольной глаукомой по результатам многоцентрового исследования в клиниках шести стран 95
- R.V. Avdeev, A.S. Alexandrov, N.A. Bakunina, D.A. Belaya, A.Yu. Brezhnev, N.V. Volkova, L.M. Gabdrakhmanov, I.R. Gazizova, A.B. Galimova, V.V. Garkavenko, A.M. Getmanova, V.V. Gorodnichy, A.A. Gusarevitch, D.A. Dorofeev, Yu.F. Dyukareva, P.Ch. Zavadsky, A.B. Zakhidov, O.G. Zvereva, U.R. Karimov, I.V. Kondrakova, A.V. Kuroyedov, S.N. Lanin, Dzh.N. Lovpache, E.V. Molchanova, Z.M. Nagornova, O.N. Onufriyчук, S.Yu. Petrov, Yu.I. Rozhko, Zh.O. Sangilbayeva, A.V. Seleznev, L.B. Tashtitova, S.V. Usmanov, A.S. Khohlova, A.P. Shakhlova, R.V. Sevcuic  
Analysis of variants of hypotensive treatment of patients with primary open-angle glaucoma by results of multicenter study in clinics of six countries

<b>А.В. Бойко</b> Дебют моторных проявлений болезни Паркинсона. Роль стресса	112	<b>A.V. Boika</b> The debut of motor symptoms of Parkinson's disease. The role of stress
<b>А.В. Величко, В.В. Похожай, З.А. Дундаров, С.Л. Зыблев</b> Дифференцированный подход к хирургическому лечению первичного гиперпаратиреоза	118	<b>A.V. Velichko, V.V. Pohozhay, Z.A. Dundarov, S.L. Zyblev</b> Differentiated approach to operant therapy of primary hyperparathyroidism
<b>Н.В. Галиновская</b> Состояние синтеза активных форм азота у пациентов с проходящими нарушениями мозгового кровообращения и лакунарным инсультом	129	<b>N.V. Halinouskaya</b> Status of active nitric oxide forms synthesis in patients with passing infringements of brain blood circulation and lacunar stroke
<b>А.Ю. Захарко</b> Предикторы развития неблагоприятных исходов беременности у женщин с метаболическим синдромом	142	<b>A. Zakharko</b> Predictors of development of adverse pregnancy outcome in women with metabolic syndrome
<b>О.Н. Кононова, А.М. Пристром, А.В. Коротаев, Н.В. Николаева, О.В. Зотова, Е.В. Ковш, Я.Л. Навменова</b> Применение суточного мониторинга артериального давления у беременных с метаболическим синдромом: анализ результатов	149	<b>O. Kononova, A. Pristrom, A. Korotaev, N. Nikolaeva, O. Zotova, E. Kovsh, Y. Navmenova</b> Application of daily monitoring of arterial blood pressure in pregnant women with metabolic syndrome: analysis of results
<b>А.С.Подгорная, Т.С. Дивакова</b> Ультразвуковые критерии эффективности применения гистерорезектоскопической абляции эндометрия и левоноргестрелсодержащей внутриматочной системы в лечении меноррагий, ассоциированных с аденомиозом	157	<b>A.S.Podgornaya, T.S. Divakova</b> Ultrasonic parameters of the uterus and ovaries in dynamics in patients with endometriosis of the uterus complicated by menorrhagia under the use of hystereselectoscopic ablation of the endometrium and levonorgestrel-containing intrauterine system

### *Обмен опытом*

<b>М.В. Кажина</b> Мозг как эндокринный орган. Биологические эффекты и терапевтические возможности нейростероидов с позиции гинеколога (Клиническая лекция)	167
--	-----

### *Experience exchange*

<b>M.V. Kazhyna</b> The brain as endocrine organ. Biological effects and therapeutic possibilities of neurosteroids (Clinical lecture)	
---	--

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ОБЛУЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

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

Проведен анализ представлений о предельно допустимых дозах облучения и пределах доз облучения персонала и населения. Представлено обоснование и цель поэтапного снижения допустимых уровней облучения персонала и населения. Показана роль Международной комиссии по радиологической защите в развитии представлений о допустимых уровнях облучения персонала и населения. Прослежено изменение терминов допустимых уровней облучения: от «безопасной» дозы до предела дозы, граничных доз и референтных уровней.

*Ключевые слова:* гигиеническое нормирование, персонал, население, доза облучения, предел дозы облучения

В основе радиационной безопасности лиц, по роду своей профессиональной деятельности имеющих дело с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений (ИИИ), а также и населения в целом лежат сведения о биологическом действии радиационных факторов. По мере накопления и уточнения этих сведений на протяжении десятилетий допустимые уровни облучения постепенно снижались. Существующие ныне предельно допустимые уровни (ПДУ), принятые повсеместно во всех странах мира, являются результатом пересмотра этих величин Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ).

Эволюция представлений о предельно допустимых уровнях облучения персонала и населения представлена в таблице 1.

В первые годы работы с рентгеновским излучением и естественными радиоактивными веществами, несмотря на понимание опасности ионизирующих излучений, попытки к ограничению облучения человека не предпринимались. Впервые мысль о необходимости ограничения облучения высказал в 1902 г. английский ученый В. Роллинз, который предложил принять в качестве безопасной дозу, вызывающую почернение применявшейся в то время фотоэмульсии, что соответствовало экспозиционной дозе 10 Р/сут или 3130 Р/год.

В дальнейшем появляются рекомендации по защите от излучений, которые вначале предлагались отдельными авторами, а за-

тем устанавливались на съездах и научных обществах рентгенологов и радиологов. В конце концов, этими вопросами начали заниматься национальные комитеты по защите от ионизирующего излучения, созданные во многих странах мира к 1921 г.

Обнаруженные и хорошо изученные ранние лучевые поражения кожных покровов лиц, работающих с источниками излучений, послужили основанием для предложений ведущих радиологов мира об ограничении профессионального облучения. Так, американский радиолог Матчеллер в 1925 г. рекомендовал в качестве толерантной (переносимой) дозы за месяц считать дозу, равную 0,01 пороговой эритемной дозы. Для применяемого им излучения эритемная доза составляла 340 Р. Таким образом, предлагалась толерантная доза около 100 мР/сут или 35,5 Р/год. Одновременно ряд зарубежных исследователей на основе своих наблюдений и экспериментов указывали на значение толерантной дозы в пределах 100-200 мР/сут или 31,2-62,4 Р/год. Однако, только в 1934 г. Международная комиссия по защите от рентгеновского излучения и радия (созданная в 1928 г.) впервые рекомендовала национальным правительствам принять в качестве толерантной дозу 200 мР/сут или 1200 мР/нед или 62,4 Р/год.

В 1936 г. Международная комиссия по защите от рентгеновского излучения и радия (МКЗРР) пересмотрела указанную величину, что было обусловлено неточностью в методике регистрации излучений. В стра-

**Таблица 1 – Эволюция представлений о предельно допустимых уровнях облучения персонала и населения**

Этап	Год	Организации, лица, документы	Предельно допустимые уровни				Обоснование	С какой целью	
			Персонал		Население				
			Термин	Значение	Термин	Значение			
I	1902	В. Роллинз	Безопасная доза	10 Р/сут или 3130 Р/год			Почернение фотоэмульсии	Опасность облучения и связанные с ней возможные поражения для лиц, непосредственно работающих с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений	
	1925	Матчеллер		35,5 Р/год					
	1925	Др. исследователи		31,3-62,4 Р/год					
	1934	МКЗРР	Толерантная доза	62,4 Р/год (впервые рекомендовано национальным правительством)					Эксперимент
	1936	МКЗРР		31,2 Р/год					Научный анализ
									Должно быть измерение экспозиционной дозы в свободном воздухе
II	1948	МКРЗ		15,6 Р/год			Накопление сведений об отдалённых последствиях и о сокращении продолжительности жизни экспериментальных животных при хроническом облучении		
III	1958	МКРЗ	Предельно допустимая доза	50 мЗв/год	5 мЗв/год	5 мЗв/год	Было установлено, что доза, удваивающая спонтанные мутации у человека находится в пределах 0,1-1 Зв.	Радиационная безопасность следующих поколений человека	
	150 мЗв/год в СССР								
IV	1969	НРБ-69		50 мЗв/год	Предел дозы	1 мЗв/год	Новые знания радиобиологии о радиочувствительности человека	Результаты экспериментальных наблюдений и сообщения о осторожности	
V	1976	НРБ-76		50 мЗв/год					
VI	1987	НРБ-76/87		20 мЗв/год					
VII	1990	МКРЗ публикация №60	Предел дозы	20 мЗв/год					

нах Европы экспозиционная доза измерялась на поверхности облучаемого объекта (т.е. результаты измерения включали в себя и данные регистрации рассеянного излучения), в то время как в США аналогичные исследования проводились в свободном воздухе. Поэтому значение толерантной дозы было снижено до 100 мР/сут или 600 мР/нед – 31,2 Р/год с одновременным указанием на необходимость измерения доз в свободном воздухе (т.е. на достаточном удалении от рассеивающих предметов).

Второй этап снижения доз допустимого облучения связан с получением и накоплением научных сведений об отдаленных последствиях при действии ионизирующих излучений, в первую очередь, о сокращении продолжительности жизни экспериментальных животных при хроническом облучении. Многие радиобиологи в этот период высказывают мысль о наличии кумулятивного эффекта при действии радиации на организм. Понятие «толерантная доза» подвергается все большей критике главным образом в связи с невозможностью предсказания точного значения дозы, которая оказалась бы переносимой в течение длительного времени. Термин «толерантная доза» заменяется более осторожным – предельно допустимая доза (ПДД).

Вместе с тем в послевоенные годы повсеместно получают распространение высоковольтные рентгеновские установки, начинают использоваться искусственные радиоактивные изотопы, обладающие жестким  $\gamma$ -излучением. По сравнению с прежними конструкциями рентгеновских аппаратов эти источники создавали при одной и той же экспозиционной или поверхностной дозе большую поглощенную дозу в глубине облучаемых тканей. Указанные обстоятельства послужили основанием для МКРЗ в 1948 г. снизить ПДД облучения до 300 мР/нед – 15,6 Р/год или 50 мР/сут. Одновременно было сформулировано понятие о ПДД как о «такой дозе, которая, как можно полагать в свете современных знаний, не должна вызывать значительного повреждения человеческого организма в любой мо-

мент времени на протяжении его жизни». «Значительное повреждение организма» было определено как «всякое повреждение или влияние, которое человек считает нежелательным или авторитетные медицинские специалисты рассматривают как вредное для здоровья и благополучия человека» [1]. В том же году МКРЗ в рекомендации по защите впервые ввела понятие о критических органах как об «органах, облучение которых такой дозой причиняет наибольший вред живому организму». С точки зрения радиационной безопасности было предложено рассматривать в качестве критических такие органы как кожа, кровотворные ткани, гонады и хрусталики глаз.

Если на первых этапах разработки предельно допустимых доз облучения, а в дальнейшем и их снижения, рассматривались опасность облучения и связанные с ней возможные поражения у лиц, непосредственно работающих с радиоактивными веществами и ИИИ, то в дальнейшем главное внимание уделялось вопросам радиационной безопасности следующих поколений.

Накопленные экспериментальные материалы исследований в области радиационной генетики позволили ученым, работающим в этой области, прийти к заключению об отсутствии порога действия ионизирующих излучений. Одновременно было установлено, что доза, удваивающая спонтанные мутации у человека (*доза, вызывающая столько же мутаций, сколько их возникает спонтанно за одно поколение*), находится в пределах 0,1-1 Зв. Последнее означало, что допустимые дозы облучения должны быть на уровне, вызывающем незначительное приращение скорости возникновения мутаций среди всего контингента лиц, которые ведут радиационно опасные работы [2].

В 1962 г. Научный комитет ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) оценил удваивающую дозу величиной в 1 Гр для случаев воздействия ионизирующих излучений с низкой линейной передачей энергии (ЛПЭ) при низкой мощности дозы, и эта величина была подтверждена в последующих докладах Комитета, вплоть до настоящего времени [3].

По представленным данным доктора биологических наук, профессора В.А. Шевченко, удваивающая доза спонтанного уровня мутации для острого облучения составляет 0,3-0,4 Гр, для хронического – 1,0 Гр [4]. Выход генетических заболеваний на 1 Гр составляет 0,3-0,5% от спонтанного уровня.

При принятых допустимых уровнях профессионального облучения в 1948 г. интегральная доза за условные 40 лет работы составляла 6 Зв. При сравнении этой величины с уровнем дозы, удваивающей у человека спонтанные мутации, был сделан вывод, что принятая допустимая доза, по-видимому, превышает генетически опасный предел. Поэтому предлагалось ограничить дозу величиной 2 Зв, т.е. профессиональное облучение не должно было превышать 50 мЗв/год, или 1 мЗв/нед. Вместе с тем, учитывая особую чувствительность эмбриона человека и молодого, растущего организма к излучению, рекомендовалось в законодательном порядке запретить использование на работах с ИИИ беременных женщин и лиц моложе 18 лет, а дозу облучения лиц в возрасте до 30 лет (статистика показывает, что при рождении детей возраст родителей чаще всего до 30 лет) ограничить до 0,6 Зв.

Развитие ядерной энергетики и расширение областей применения радиоактивных веществ и ИИИ в экономике многих стран и поступление радиоактивных веществ в окружающую среду послужили основой для предложений ряда ученых о необходимости установления пределов облучения и для населения в целом.

Исходя из генетической опасности ионизирующих излучений, в конце 1958 г. МКРЗ, а в 1959 г. Международный конгресс радиологов приняли решение об утверждении новых ПДУ облучения. Эти величины получили всеобщее признание и нашли свое отражение в решениях национальных комитетов по радиационной защите.

Таким образом, за период с 1934 по 1959 гг. ПДУ были трижды пересмотрены и снижены в 12 раз. Причинами пересмотра ПДУ в каждом конкретном случае служили не материалы обследования людей,

свидетельствующие о вредном действии на человека ранее принятых допустимых доз, а результаты экспериментальных наблюдений и соображения осторожности.

Продолжалось уточнение отдельных положений системы радиационной безопасности, которые нашли свое отражение в публикациях МКРЗ в 1966, 1969, 1971 и 1977 гг. На основании этих материалов, а также данных советских исследователей Национальная комиссия по радиационной защите (НКРЗ) при Минздраве СССР в 1969 г. разработала «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-69), которые были пересмотрены в 1976 г. (НРБ-76), а затем в 1987 г. (НРБ-76/87 и ОСП-72/87) [5].

В дальнейшем каждая из бывших стран Советского Союза разрабатывала свои нормативные документы. В Беларуси это были НРБ-2000 [6]. При этом, отметим, что последние практически ничем не отличались от российских НРБ-1999 [7].

Нормы радиационной безопасности устанавливали систему дозовых пределов и принципы их применения. В основу «НРБ-76/87» положены отечественный опыт обеспечения условий радиационной безопасности, результаты работ советских и зарубежных ученых, а также рекомендации МКРЗ.

НРБ-76/87 предусматривали следующие основные принципы радиационной безопасности:

- непревышение установленного основного дозового предела;
- исключение всякого необоснованного облучения;
- снижение дозы излучения до возможно низкого предела.

Дозовые пределы, установленные НРБ-76/87 не включали дозу, полученную пациентом при медицинских исследованиях и лечении, и дозу, обусловленную естественным фоном излучения.

В зависимости от возможных последствий влияния ионизирующих излучений на организм НРБ-76/87 установлены следующие категории облучения.

Категория А – персонал (профессиональные работники) – лица, которые постоянно

или временно непосредственно работают с источниками ионизирующих излучений.

Категория Б – население области, края, республики.

Поскольку медицинское облучение вносит немалый вклад в генетическую дозу, НРБ-76/87 требуют максимально ограничивать рентгеновское облучение при массовых профилактических осмотрах населения, особенно беременных женщин, детей и подростков. При проведении таких осмотров необходимо добиваться достижения – медицинского эффекта при рациональной защите исследуемого от излучения, обеспечивать максимальное снижение генетически значимой дозы облучения.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что гигиенические нормы и регламенты, призванные ограждать человека от воздействия опасных уровней излучений, составляют весьма сложную систему норм радиационной безопасности. До недавнего времени действовали НРБ-76/87. Гигиенической регламентации ионизирующей радиации по сравнению с таковой химических токсических факторов присущ ряд существенных особенностей, включая особенности коренного, методологического, характера.

Одна из главных особенностей заключается в том, что при нормировании излучений радиационная гигиена исходит из положения, что абсолютно безопасных уровней облучения нет. Как известно, при регламентировании других агентов и факторов окружающей среды нерадиационной природы нормативы подразумевают гарантию полной безопасности, поскольку они устанавливаются ниже так называемого порога повреждающего действия. В НРБ-76/87 еще не было разработано стройной, последовательной методологической основы, которая отражала бы эту коренную особенность нормирования ионизирующих излучений. В них, с одной стороны, определение устанавливаемым ПДД и ПД давалось по аналогии с определением ПДК для обычных химических веществ как полностью безопасных, гарантирующих даже в случае воздействия на протяжении всей жизни или всего периода производственной деятельности от

возникновения у человека и его потомства каких-либо нарушений, поддающихся регистрации современными методами исследований. Подобное определение, как и в случае с нормативами на химические вещества, подразумевает наличие полностью безопасных, подпороговых уровней, уровней воздействия. Однако далее в НРБ-76/87 представлены три основных принципа радиационной защиты, отражающие международный подход к проблеме радиационной безопасности (эти принципы в таком же виде приняты МКРЗ, МАГАТЭ, НКДАР ООН).

Совершенно очевидно, что указанные принципы находятся в противоречии с приведенным в НРБ-76/87 определением ПДД, в основе которого лежит представление о наличии порога повреждающего действия и полностью безопасных доз. Если ПДД гарантируют полную безопасность, зачем же стремиться, как этого требуют принципы радиационной безопасности, к ограничению облучения и в области доз, не превышающих ПДД? Это противоречие в методологических основах нормирования излучений было устранено в новых НРБ.

НКРЗ при Минздраве СССР в 1985 г. приняла специальное решение, согласно которому отрицается наличие порога и абсолютно безопасных доз для канцерогенного и гонадотоксического действия излучений. Задача гигиенического регламентирования – полностью предупредить возможность возникновения нестохастических, имеющих порог эффектов (лучевая болезнь, лучевые ожоги, катаракта, нарушения кроветворения, иммунореактивности) и ограничение, сведение к практически безопасному (приемлемому) уровню риска возникновения стохастических, т. е. вероятностных, отдаленных эффектов. В этой области еще продолжают исследования, дискутируются различные подходы. Фактически в НРБ и в большинстве систем радиационной безопасности, принятых в зарубежных странах, приняты эмпирически сложившиеся и практически достигнутые уровни, которые не приводят к каким-либо нестохастическим эффектам и не связаны с существенным, заметным риском стохастических.

В 1973 г. на заседании НКРЗ при Минздраве СССР была предложена для разработки нормативов концепция «недопустимости реализации риска». Эта концепция отражает то обстоятельство, что при нормировании имеется в виду ограничение вероятностных последствий, проявляющихся учащением заболеваний на популяционном уровне, но не регистрируемых у отдельного индивидуума. С другой стороны, концепция отражает общий для гигиены подход к нормативу как к уровню воздействия, при котором последствия воздействия на организм современными методами исследований не выявляются (т.е. какие-то эффекты, например, гибель единичных клеток, могут иметь место, но зарегистрировать это не удастся). Рассчитываемые согласно этой концепции ПДД, гарантирующие отсутствие прироста стохастических эффектов, поддающихся обнаружению на фоне спонтанной заболеваемости современными методами исследований, примерно соответствуют нормам, принятым в НРБ и рекомендуемым для населения в публикации МКРЗ № 26.

Дозовые пределы, устанавливаемые Нормами, не включают:

- а) дозу, получаемую пациентом при медицинском обследовании и лечении;
- б) дозу, обусловленную естественным фоном излучения.

В публикации МКРЗ № 103 введены 3 ситуации облучения: ситуация планируемого облучения; ситуация аварийного облучения и ситуация существующего облучения [8].

Ситуации планируемого облучения, когда осуществляется намеренное введение и эксплуатация источников. Ситуации планируемого облучения могут приводить как к увеличению реального облучения, так и к такому облучению, которое предполагается (нормальное облучение), а также к облучению, которое не предполагается (потенциальное облучение).

Ситуации аварийного облучения, которое может возникнуть во время работы в ситуации планируемого облучения, а также вследствие злонамеренных действий или в результате любой другой неожидан-

ной ситуации, и потребовать срочных действий для того, чтобы избежать или снизить нежелательные последствия.

Ситуации существующего облучения, которые включают в себя облучение, уже присутствующее ко времени, когда было принято решение о взятии его под контроль, в том числе ситуации облучения после чрезвычайных событий (в том числе аварий).

Отсюда следует, что понятие, которое ранее Комиссия именовала «практикой», может соответствовать ситуациям планируемого, аварийного или существующего облучения. Медицинское облучение пациентов также является ситуацией планируемого облучения, однако из-за специфических характеристик такого облучения оно рассматривается отдельно. Принципы защиты в ситуациях планируемого облучения применимы и к профессиональному облучению, связанному с ситуациями существующего и аварийного облучения.

В таблице 2 представлены типы ограничения дозы, используемые системой защиты МКРЗ (пределы, граничные и референтные уровни) в зависимости от типа ситуации и категории облучения. В ситуациях планируемого облучения существуют также граничные риски для учета потенциального облучения.

Граничная доза – это перспективное, ориентированное на источник ограничение индивидуальной дозы от источника в ситуациях планируемого облучения (кроме медицинского облучения пациентов), которое служит в качестве верхней границы дозы, прогнозируемой в процессе оптимизации защиты от данного источника. Это уровень дозы, выше которой защита вряд ли является оптимальной для данного источника облучения, и для которого, следовательно, почти всегда следует проводить защитные мероприятия.

Граничные дозы для ситуаций планируемого облучения представляют собой базовый уровень защиты и почти всегда находятся ниже, чем установленный предел дозы.

При планировании следует обеспечить, чтобы рассматриваемый источник не создавал дозы свыше граничного значения.

**Таблица 2** – Граничные дозы и референтные уровни, используемые в системе радиационной защиты МКРЗ [8]

Тип ситуации	Профессиональное облучение	Облучение населения	Медицинское облучение
Планируемое облучение	Предел дозы Граничная доза	Предел дозы Граничная доза	Диагностический референтный уровень (пациенты) Граничная доза
Аварийное облучение	Референтный уровень	Референтный уровень	-
Существующее облучение	-	Референтный уровень	-

Оптимизация защиты установит приемлемый уровень дозы ниже граничного значения. Этот оптимизированный уровень затем станет ожидаемым результатом запланированных защитных мероприятий.

В ситуациях контролируемого аварийного или существующего облучения, референтные уровни представляют собой такие уровни дозы или риска, выше которых, как считается, планируемое облучение не должно допускаться, и для которых, следовательно, следует планировать и оптимизировать защитные мероприятия.

Выбранное значение референтного уровня будет зависеть от преобладающих обстоятельств рассматриваемой ситуации облучения.

Диагностические референтные уровни используются при медицинском диагностическом облучении (т.е. в ситуациях планируемого облучения) для того, чтобы выяснить, каковы уровни дозы или уровни введенной активности у пациента в рамках проведения штатных процедур визуализации, и не являются ли они необычно высокими или низкими для данной процедуры. Если это так, то следует начать служебное расследование для выяснения адекватности оптимизации защиты или необходимости проведения корректирующих мероприятий. Выбранное значение граничного или референтного уровня зависит от обстоятельств рассматриваемого облучения. Следует обязательно понимать, что ни граничная доза, ни граничный риск, ни референтные уровни не являются демаркационной линией между «безопасным» и «опасным», и не отражают скачка в радиационном риске для здоровья людей.

Пределы дозы применимы только в ситуации планируемого облучения, кроме медицинского облучения пациентов.

Учитывая последние публикации МКРЗ [8, 9] разработаны Санитарные нормы и правила «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения» и Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия» [10]

Принципы контроля и ограничения радиационных воздействий в медицине основаны на получении необходимой и полезной диагностической информации или терапевтического эффекта при минимально возможных уровнях облучения. При этом не устанавливаются пределы доз, но используются принципы обоснования назначения радиологических медицинских процедур и оптимизации мер защиты пациентов.

С целью снижения уровней облучения пациентов Министерством здравоохранения устанавливаются контрольные уровни медицинского облучения при рентгенологической и радионуклидной диагностике.

При проведении профилактических медицинских рентгенологических исследований и научных исследований практически здоровых лиц годовая эффективная доза облучения этих лиц не должна превышать 1 мЗв.

Установленный норматив годового профилактического облучения может быть превышен лишь в условиях неблагоприятной эпидемиологической обстановки, требующей проведения дополнительных исследований или вынужденного использования мето-

дов с большим дозообразованием. Такое решение о временном вынужденном превышении этого норматива профилактического облучения принимается Министерством здравоохранения Республики Беларусь,

Проведение научных исследований на людях с источниками излучения должно осуществляться по решению Министерства здравоохранения Республики Беларусь. При этом требуется обязательное письменное согласие испытуемого и предоставление ему информации о возможных последствиях облучения.

Лица (не являющиеся работниками рентгенорадиологического отделения), оказывающие помощь в поддержке пациентов (тяжелобольных, детей) при выполнении рентгенорадиологических процедур, не должны подвергаться облучению в дозе, превышающей 5 мЗв в год.

Мощность дозы  $\gamma$ -излучения на расстоянии 1 метра от пациента, которому с терапевтической целью введены радиофармацевтические препараты, не должна превышать при выходе из радиологического отделения 3 мкЗв/ч.

При использовании источников излучения в медицинских целях контроль доз облучения пациентов является обязательным.

### **Библиографический список**

1. Ильин, Л.А. Радиационная медицина. Том 3. Радиационная гигиена. / Л.А. Ильин. – ИздАТ. – 2002 .
2. Кириллов, В.Ф. Радиационная гигиена / В.Ф. Кириллов, В.А. Книжников, И.П. Коренков. – М.: «Медицина», 1988.

3. Ильин, Л.А. Радиационная гигиена: учебник / Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, И.П. Коренков. – М.: Медицина, 1999. – 384 с.

4. Шевченко, В.А. Эволюция представлений о генетической опасности ионизирующих излучений для человека / В.А. Шевченко // Радиационная биология и радиоэкология. – Т 41, №5.

5. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87. – М.: Энергоиздат, 1988.

6. Нормы радиационной безопасности НРБ-2000 / ГН 2.6.1.8 – 127 – 2000. – М-во здравоохранения Респ. Беларусь. Мн.. 2000.

7. Нормы радиационной безопасности НРБ-99 / СанПиН 2.6.1.758 –99. – М-во здравоохранения Рос. Федерации. М., 1999.

8. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP. – Publication 103. – Editor J. Valentin, 2007

9. Annals of the ICRP, ICRP Publication 101, Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and The Optimization of Radiological Protection: Broadening the Process, Published by Elsevier Ltd.2006.

10. Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности» и гигиенические нормативы «Критерии оценки радиационного воздействия», утвержденные постановлением № 213 от 28.12.2012 Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

**N.G. Vlasova**

### **HYGIENIC REGULATION OF HUMAN RADIATION**

The analysis of the concept of the permissible exposure dose limit and the doses limit to personnel and the population was carried out. The justification and goal of a step-by-step reduction in the permissible levels of exposure to personnel and the population is presented. The role of the International Commission on Radiological Protection in developing the understanding of permissible levels of occupational and public exposure is shown. The change in the terms of the permissible levels of exposure is traced: from a «Safe» Dose to the Dose Limit, Dose Constraint and Reference Levels.

**Key words:** *hygienic regulation, personnel, population, exposure dose, dose limit, dose constraint and reference level*

*Поступила 27.03.2018*