

А.К. Гуськова

ЗНАЧИМОСТЬ АДЕКВАТНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

A.K. Guskova

The Importance of Appropriate Information on Ionizing Radiation Effect in Present-Day World

РЕФЕРАТ

Проанализирована значимость адекватного информационного обеспечения сведениями, необходимыми человеку для правильной его ориентации в условиях контакта с источниками ионизирующего излучения. Актуальность информации именно по этому фактору определяется некоторыми его исходными особенностями (преобразование в другие виды энергии, доступные измерению, отсутствие в организме специфической рецепции энергии излучения). Это делает влияние словесной информации, по сути, единственным источником указанной информации, что предъявляет высокие требования к ее качеству. Анализируется также перечень необходимых сведений, которые могут быть полезны человеку для адекватного восприятия им информации и правильных решений о своем поведении в среде, где присутствуют эти источники. Приводятся примеры наиболее адекватной срочной информации, полезной для соответствующих решений и одновременно необходимой в несколько иной форме непосредственным участникам этих событий.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, медицинская информация, восприятие информации, передача информации, средства и источники информации

ABSTRACT

The article presents the analysis of the importance of appropriate information provision that is necessary to people aiming to get the correct orientation in case of contact with radiation source. The importance of information concerning this factor clarifies itself by several original characteristics (the convertibility of one kind of energy into another, open to measurement, the absence of specific radiation energy reception in organism). This fact attaches high importance to verbal information which also appears to be the only information source in that case. This phenomenon determines great demands to information quality standards. There is a number of important facts may be useful for appropriate information perception and helpful by decision-making in conditions of radiation sources presence, being analyzed in the article. The present article provides examples of the most appropriate urgent information, useful for corresponding decision-making and, at the same time, in a slightly modified form, essential for participants in these events.

Key words: ionizing radiation, medical information, perception of information, information transmission, media and information sources

Значимость информации в обеспечении представлений людей о действии различных факторов существенно изменилась. Это связано как с возрастанием самой возможности информации по полноте охвата событий, срокам поступления сведений, так и с определенной ориентацией информирующих учреждений и отдельных лиц. Особенно существенно возросла значимость сведений, поступающих через Интернет. Значительно возросло и число людей, вовлеченных в контакт с источниками ионизирующего излучения. Несмотря на значительное улучшение систем безопасности и очень строгое нормирование различных форм контакта с радиацией, вероятность тех или иных событий в этой сфере количественно остается значительной.

Имеются и определенные особенности, характеризующие именно эту сферу контакта человека с одним из факторов внешней среды. Действие энергии ионизирующего излучения не имеет в организме человека специфических рецепторов. Радиация опознается по биологическим эффектам ее транс-

формации в другие виды энергии (электрическую, тепловую и др.). Эти виды энергии доступны измерению. Действие же энергии ионизирующего излучения определяется по отождествлению ее эффекта с параметрами энергетических источников, доступных измерению. Таким образом, условные единицы измерения доз и энергии ионизирующего излучения по внешней среде и в человеке, определяемые системными и внесистемными единицами (мощность экспозиционной дозы, зиверт, грей), имеют количественное выражение в электронвольтах, джоулях, т.е. в результатах измерений, доступных для их проведения.

Указанное выше резко увеличивает значимость словесной информации в отношении оценки возможной опасности действия энергии ионизирующего излучения. Качество этой информации, ее полнота и точность, сроки поступления дают далеко неравнозначные результаты в зависимости от того, кто или что является источником информации. Это может быть изменившаяся цифра на мониторе, осуществляющем дозиметрический контроль среды обитания. Таким

было появление сведений о необычном возрастании показателя на почвенном дозиметре, расположенном поблизости от ЧАЭС в апреле 1986 г. Эти сведения, полученные Госгидрометом, оказались исключительно значимыми в определении возможного источника повышенного облучения окружающей среды и людей. Они потребовали расширения системы дозиметрического контроля и явились основой очень важных срочных решений в отношении аварийной зоны и судьбы людей, работающих там или проживающих поблизости [1]. Информация была достаточно срочной и к исходу первых суток стала доступной правительственной комиссии, принимавшей решения о размерах аварийной зоны, приемлемых уровнях аварийных доз для персонала и населения и показаниях для эвакуации некоторых населенных пунктов.

Необходимый минимальный объем доступной информации должен был бы быть сообщен и непосредственным участникам этих событий. Это позволило бы им более адекватно вести себя в сложной ситуации, правильно оценивать данные им рекомендации и доверять сведениям о практической безопасности при выполнении рекомендованных правил.

К сожалению, этого не было сделано. Люди терпелись в противоречивых сведениях. Утрачивали доверие даже к компетентной правдивой информации. И считали себя возможными жертвами преувеличенной радиационной опасности во всем диапазоне доз, которые могли иметь место в это время.

Примером неадекватной информации являлась концентрация сведений об отдельных случаях переоблучения с клиническими проявлениями лучевых поражений. При этом не приводились сведения о доле таких лиц в общей численности людей, имеющих контакт с источниками радиации [2–4]. Анализировались причины этих событий, как правило, связанные не столько с технологией атомной отрасли, сколько с так называемым человеческим фактором (пренебрежения правилами работы, известными пострадавшему).

Аналогичным образом в ходе многолетних наблюдений за лицами, пострадавшими от атомного взрыва в Японии [5, 6], сведения о них, так же, как правило, концентрировались только на действии радиационного фактора без учета всех других неблагоприятных воздействий, сопутствующих атомному взрыву. Не принимались во внимание и своеобразные социально-экономические и психологические эффекты, присущие Японии в эти годы. Сам отбор когорты для наблюдения в Японии лишь постепенно приобрел научную обоснованность. В ходе совместных японо-американских исследований эта группа пострадавших могла действительно представлять полезные сведения о здоровье людей, подвергшихся об-

лучению в дозах, близких к пороговым для развития острой лучевой болезни.

Лишь позднее стали появляться публикации отдельных случаев и обобщения, касающиеся наблюдения за лицами, перенесшими лучевую болезнь в отдаленные сроки [7–9]. Не было проведено должной оценки полноты и качества информации на различных этапах использования источников ионизирующего излучения. В первый период, порядка 50 лет с момента открытия радиоактивности, источники радиации (рентгеновские лучи и радий) использовались в целях диагностики и терапии. В качестве критерия дозы был избран биологический параметр, относящийся, на самом деле, лишь к одной из структур организма человека. Это так называемая кожная эритемная доза. С ее количественной характеристикой сопоставлялись эффекты в других органах и тканях, что явно не имело научного обоснования. На это обращал внимание один из первых исследователей действия радиации на нервную систему Д.Г. Шефер еще в 1937 г.

Лишь постепенно совершенствование оценки условий облучения по энергетическим параметрам, направленности пучка, размерам облучаемого поля стало основой совершенствования дозиметрических параметров терапевтического облучения. В этом особенно велика заслуга С.Н. Ардашникова, а также некоторых других физиков, работающих в онкологических учреждениях.

Опыт медицинских радиологов был своеобразным, он был сосредоточен на локальных эффектах краткосрочного облучения отдельных органов и тканей в высоких дозах. Экстраполяция этого опыта к эффектам внешнего относительно равномерного облучения была источником многочисленных ошибок в период, когда энергия ионизирующего излучения стала применяться в военных целях [10]. Это касалось и интерпретации клинических данных у персонала первого атомного предприятия страны и оценки эффектов у пострадавших при атомном взрыве [3, 6, 11]. С одной стороны, могли быть пропущены значимые клинические эффекты высоко радиочувствительных органов и тканей, с другой — преувеличивались в их связи с облучением неспецифические реакции, сопутствующие человеку при различных заболеваниях [12, 13]. Так, например, известный радиолог СССР А.В. Козлова привезла для ознакомления и лечения специалистами нашей страны из Японии группу лиц, являвшихся участниками атомного взрыва, с банальными общесоматическими заболеваниями (туберкулез, язвенная болезнь и др.). При этом они сами считали себя пожизненными жертвами радиации и как они говорили, были готовы «достойно встретить неизбежную смерть».

Более адекватным явилось привлечение к проблеме оценки эффектов у персонала форсированной военной атомной промышленности СССР клиницистов с другими базовыми специальностями. При этом несомненным являлось расширение круга таких специалистов с особенной значимостью наличия среди них интернистов-гематологов, дерматологов, неврологов, акушеров-гинекологов, педиатров. Именно такой комплексный коллектив, под руководством опытного гематолога Г.Д. Байсоголова, был создан в МСО-71, деятельность которого сопровождала работу персонала первого атомного предприятия страны. Именно этим коллективом были сформированы основные принципы адекватного подбора кадров для предприятия, определения продолжительности их работы в условиях повышенного облучения, диагностики проявления непосредственных эффектов облучения, в том числе различных форм лучевой болезни [2].

За сравнительно короткий период, порядка 5 лет, была получена исключительной важная информация, доступная в тот период в силу режима секретности ограниченному кругу людей, но позволившая принять необходимые срочные решения в отношении персонала, подвергнувшегося повышенному облучению. Первая избранная в качестве нормы величина в 50 рад (рентген) в год зачастую значительно превышалась. Это на протяжении короткого срока одно-двух лет приводило к выявлению закономерного снижения исходного числа лейкоцитов и тромбоцитов в периферической крови. Следует учесть, что анализы проводились значительно чаще, чем это указывалось в формальных рекомендациях, что позволило в ранние сроки принять самое важное, принципиальное решение о прекращении контакта с источниками ионизирующего излучения на тот или иной срок. Подобное прекращение облучения позволило уточнить его значимость в происхождении указанных сдвигов в картине крови. Оно было также определяющим в прекращении его неблагоприятного действия на кроветворение [14]. Подобный перевод был осуществлен, несмотря на значительные трудности в его реализации у большой группы персонала порядка нескольких тысяч человек. Результатом явилось представление об определяющей значимости радиации в изменениях кроветворения и в происхождении наблюдающихся у этих людей сдвигов. Для подавляющего большинства из них прекращение облучения сопровождалось и активными восстановительными процессами. Это позволило вернуть часть из них к работе с радиацией при постепенно улучшающихся условиях труда. Лишь у очень ограниченной группы прекращение облучения уже не предотвратило прогрессирование процессов в кроветворении. Два

пациента умерли от типичных проявлений хронической лучевой болезни с присущими ей осложнениями. У 9 человек нестойкое восстановление кроветворения сменилось патологической направленностью репарации, которая в настоящее время определяется термином миелодиспластического синдрома с исходом в недифференцированный мелкоклеточный лейкоз.

Еще у 7 человек, где внешнее облучение сочеталось с поступлением в организм плутония, прекращение контакта с радиацией в условиях труда не предотвращало накопление дозы от поступившего в организм нуклида. Такой тип облучения привел к неотвратимому прогрессированию заболевания и развитию онкологических процессов в критических для плутония органах. Таковы наши потери, боль за которые остается в наших сердцах и сегодня. Однако очевидно их небольшое количество по сравнению с количеством людей, которым мы смогли помочь.

Дефекты информации по этой группе людей имеют место и сегодня. Журналисты и неквалифицированные медики и биологи продолжают говорить о многих тысячах смертельных исходов у персонала «Маяка». Они не сопоставляют эти цифры со сведениями о заболеваемости и смертности необлучаемого населения за тот или иной календарный срок. Увеличение заболеваемости и смертности особенно характерно для поздних сроков наблюдения, когда при увеличении среднего возраста людей и конкурирующем воздействии других факторов риска закономерным становится развитие обычных, распространенных социально значимых заболеваний. Это болезни сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, те или иные нарушения зрения и, наконец, онкозаболевания. Без сопоставления численных показателей всех этих форм, сроков их развития, типов и характера осложнений с общенациональными показателями правильные выводы не могут быть сделаны. Это еще один источник ошибочной информации, к сожалению, разделяемой не только средствами массовой информации, но и медиками и биологами, не имеющими достаточного опыта, но с амбициозными претензиями «вещания истины».

Таким образом, опасность возрастающей полноты информации о действии радиации становится весьма значимой в современном мире. Указанная информация захватила печать, радио и телевидение, а в последние годы особенно возросла значимость информации по Интернету.

Что можно сделать для людей, чтобы помочь им правильно ориентироваться в этом безбрежном мире сведений, поступающих из столь различных многообразных источников?

Чрезвычайно актуальным в современном мире является повышение общей культуры всего населения в отношении прочно вошедшего в их жизнь источника многоцелевого использования. Энергия ионизирующего излучения — это и реальный энергетический ресурс общества, безусловно, не единственный и варьирующий по своему удельному весу в различных регионах страны. Доля его в России где-то близка к 1/5 к общему числу источников энергии в целом. Безусловно, эта доля не может быть одинаковой для различных регионов России, которые могут заметно отличаться по другим своим энергетическим ресурсам. Известны также страны, где отказ от использования энергии ионизирующего излучения практически невозможен. Это страны, бедные другими энергетическими ресурсами, как, например, Япония и Франция. Понятно, что для этих стран особенно важна адекватная информация о возможности достижения максимально доступной безопасности, правильная трактовка отдельных ранее произошедших событий (стихийное бедствие в сочетании с повреждением здания атомного реактора) [15, 16]. Очень значимы в таких случаях решения социально-экономического характера, используемые, например, во Франции, адекватные проживанию людей вблизи атомных энергетических предприятий.

Существенными были также решения о планомерном отселении отдельных групп лиц в Японии, предупреждающие даже маловероятные радиационные воздействия, но необходимые по другим экологическим критериям. Большое значение имеет разумное ограничение числа лиц, вовлекаемых в контроль и обслуживание аварийных зон. Это удовлетворительно решается в Японии, но, к сожалению, не было столь правильным с вовлечением огромного числа лиц для работы в аварийной зоне ЧАЭС.

Требуют и более строгой дифференцировки судьбы контингентов, привлекаемых к этим работам в различные периоды от момента аварии, равно как и судьбы людей в различные годы после категорирования зон, загрязненных аварийными выбросами.

В отношении чернобыльских ликвидаторов обоснованно проведено объединение этих различных когорт с обобщением данных о состоянии их здоровья, осуществлявшееся в течение длительного времени в публикациях российского регистра [17]. Необходима четкая дифференцировка, резко отличающая уровни их облучения в те или иные сроки. Такова, например, ограниченная группа лиц, работавших с апреля до июля 1986 г. Эти лица не имели, как правило, данных индивидуального дозиметрического контроля. В эти сроки был максимальный выброс, в структуре которого основное место занимали нуклиды с коротким периодом полураспада,

особенно изотопы йода. Защита органов дыхания была несовершенной, хотя, как показали исследования, ингаляционное поступление не было значительным. Основная опасность наличия изотопов йода в воздухе коснулась населения близлежащих к аварии регионов, где имело место использование в питании продуктов местного производства, особенно детьми раннего возраста.

В июле 1986 г. появилась возможность индивидуальной дозиметрии и более строгого планирования условий работы с соблюдением принятой дозы аварийного облучения персонала в 250 мЗв. Расчистка территорий, вывоз загрязненных материалов за пределы промплощадки, строительство укрытия поврежденного энергоблока завершились в основном к ноябрю 1986 г. Таким образом, сформировалась еще одна, третья группа ликвидаторов, для подавляющего большинства которых принятая аварийная доза позволяла работать им на промплощадке иногда в течение значительного промежутка времени.

Объединение этих столь различных групп ликвидаторов, предпринятая В.К. Ивановым [7] в поисках статистической значимости, совершенно ошибочно складывает показатели людей со столь различными условиями их облучения. Вместе с тем многочисленные отечественные и зарубежные публикации этой группы исследователей, в том числе Национальной комиссии по радиационной защите, были и остаются одним из крайне неблагоприятных по своему влиянию источников информации для не имеющего специальных знаний населения и особенно участников этих событий.

Именно они в отдаленном периоде являются основными заявителями исков в экспертные советы страны о связи развивающихся у них типичных болезней пожилых людей с последствиями действия радиации более четверти века тому назад. Именно эти люди являются основным контингентом, проходящим экспертизу с отрицательным решением у подавляющего большинства из них вопроса о связи иногда очень тяжелых заболеваний, инвалидности и смертности с воздействием радиации.

Аргументами отсутствия такой связи является многолетний опыт исследователей, работавших по оценке состояния здоровья в широком диапазоне доз, имевших место в атомной отрасли страны. Было показано на этих контингентах, что благодаря качественной целенаправленной диспансеризации повышенная выявляемость некоторых заболеваний в более ранние сроки могла иметь место. Однако последующие лечебно-профилактические мероприятия, даже при продолжении работы, несомненно, были благоприятными в отношении динамики клинических синдромов по срокам и частоте летальных

исходов. Они либо не отличались, либо были более благоприятными, чем таковые в контрольных, не облученных группах населения.

Именно такого рода сведения должны доводиться до людей в средствах массовой информации вместо надуманных картин неизбежного влияния любого уровня доз радиации на всевозможные клинические формы заболеваний.

Очень важными информационными сведениями должны быть для всего населения некоторые главные существенные социально-демографические характеристики различных групп населения и регионов страны, изложенные в доступной форме. Человек должен представлять, что он живет в стране, где средний возраст населения различных полов составляет определенную величину: в России: 60–65 для мужчин и более 70 для женщин.

Человек должен знать о частоте наиболее распространенных болезней в различных возрастно-половых группах населения. Ему необходимы данные о рождаемости детей и доли среди них лиц с теми или иными дефектами здоровья (порядка 5% среди живых новорожденных). Человеку необходимы также доступные рекомендации по образу его жизни, физическим нагрузкам, режиму питания, доступному трудовому процессу, соответствующему его физическим и психическим возможностям. Ведь именно такое несоответствие между физическим и психическим состоянием, свойствами личности и избранным режимом жизни и трудовой деятельности лежит в основе многих заболеваний и состояний, которые сам человек относит к заведомо неблагоприятному влиянию условий труда и жизни. Простые, доступные памятки должны помочь ориентироваться каждому человеку и в отношении того резерва безопасности, которые в той или иной мере содержатся в нормативах. Особенно значителен он в нормативах техногенного облучения. Они предусматривают, что прибавка к природному облучению примерно 1/2 величины этого фона уже является значимой для состояния здоровья как показатель техногенного облучения. Человек должен представлять, что ни обнаружить эту прибавку, ни оценить ее возможное влияние на организм человека практически нельзя. Поэтому превышение указанного норматива в 5–10 раз заведомо находится в границах варибельности природного фона и никакой опасности человеку не сулит.

Одним из распространенных и стойких заблуждений, пропагандируемых в средствах массовой информации, является указание, что контакт с радионуклидами, которые могут поступить в организм человека, значительно более опасен, чем контакт с источниками внешнего облучения.

Количество случаев поступления нуклидов в организм с наличием клинических проявлений заболевания очень невелико за весь длительный период существования атомной отрасли. Случаи эти относятся и к весьма ограниченному кругу радионуклидов (изотопы йода, фосфора, золота, стронция, цезия, полония). Преобладают обширные публикации, касающиеся изучения токсикологии радионуклидов в эксперименте. Экстраполяция этих данных с учетом особенностей человека, размеров его тела и внутренних органов, а также метаболизма служат основой рекомендаций о нормативах и ориентировочных оценках опасности у людей.

Сложные взаимоотношения пространственно-временного распределения дозы нуклида с биологическими эффектами требуют высокой профессиональной культуры в изложении этих данных, что еще в значительной степени ограничивает использование отдельных клинических наблюдений этого круга. При поступлении нуклидов, в начальный период, формирование дозы происходит в органах поступления с учетом их срочного удаления через пищеварительный тракт и мочевыделительную систему. Оставшееся количество в организме последовательно распределяется в морфологических структурах органов, являющихся критическими, где и происходит постепенное накопление дозы, определяющей клинические проявления заболевания.

Динамика эта связана как с особенностями самого нуклида, так и со своеобразием морфологических структур органов преимущественного депонирования. Соответственно отличаются и динамика выявления изменений, их тяжесть и исходы. Для клинического синдрома чаще употребляется термин нефропатии, гепатопатии и подобные для других органов. Вместе с тем, характер процесса может быть весьма многообразным в зависимости от мощности дозы, варьируя от преходящих изменений функций органа до возникновения в нем глубокого дефекта и функциональной недостаточности.

Таким образом, оснований для подобного заблуждения нет, хотя СМИ и сегодня полны такого рода страхами и неадекватные преувеличениями имевшей место опасности.

Заключение

Проанализированы основные источники неадекватности информационного обеспечения ряда очень необходимых и полезных для каждого человека сведений о влиянии энергии ионизирующего излучения на его здоровье. Эти заблуждения связаны иногда с дефектами самой информации (ее точность, полнота, сроки поступления). В еще большей степени многие сложности обусловлены дефектами интерпретации

наблюдений, требующих критического обобщенного анализа и высокой культуры в области радиобиологии и радиационной медицины.

Преодолеть эти неверные представления могут систематически сообщаемые в доступной форме населению сведения о действии ионизирующего излучения на биологический объект и окружающую его среду. Эти сведения должны быть дополнены также обоснованными представлениями обо всей совокупности условий проживания и трудовой деятельности, в которых среди прочих факторов присутствуют и различные уровни природного и техногенного облучения. Мы уже говорили выше, что человек должен знать географическую, социально-экономическую среду его проживания и основные показатели, характеризующие состояние человека в этой среде.

Совокупность указанных сведений позволит человеку преодолеть наличие ложной информации или ее неверную интерпретацию, полностью избавиться от которых едва ли возможно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуськова А.К., Галстян И.А., Гусев И.А. Авария Чернобыльской атомной станции (1986–2011 гг.): последствия для здоровья, размышления врача. Под ред. А.К. Гуськовой. — М., 2011, 256 с.
2. Гуськова А.К., Аклев А.В., Кошурникова Н.А. Первые шаги в будущее вместе: атомная промышленность и медицина на Южном Урале. Под ред. А.К. Гуськовой. — М., 2009, 183 с.
3. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека. — М.: Медгиз, 1971, 384 с.
4. Байсоголов Г.Д., Гуськова А.К., Лемберг В.К. Клиника и патологическая анатомия крайне тяжелых форм острой лучевой болезни у человека. Под ред. Н.А. Краевского и А.К. Гуськовой. — М.: Медгиз, 1959, 154 с.
5. Действие атомной бомбы в Японии. Под ред. Оттерсона Э., Уоррена Ш. Пер. с англ. — М.: Медгиз, 1960, 417 с.
6. Чазов Е.И., Ильин Л.А., Гуськова А.К. Опасность ядерной войны. Точка зрения советских ученых-медиков. — М., АПН, 1982, 263 с.
7. Preston D.L., Shimizu Y., Pierce D.A. et al. Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: Solid cancer and noncancer disease mortality: 1950–1997. // Radiat. Res., 2003, **160**, No. 4, P. 381–407.
8. Галстян И.А. Состояние здоровья пострадавших в отдаленные сроки после перенесенной острой лучевой болезни. Автореф. докт. мед. наук. — М., 2011.
9. Последствия облучения в результате Чернобыльской аварии для здоровья человека. Приложение к докладу НКДАР Генеральной Ассамблеи ООН. 55 сессия НКДАР. Вена, 2007. А/АС.82.R/667.
10. Гуськова А.К. Радиационная патология человека. Гл. 2. // Радиационная медицина. Руководство для врачей исследователей и организаторов здравоохранения. Теоретические основы радиационной медицины. — М.: ИздАТ, Т. 1, С. 90–121.
11. Барабанова А.В., Баранов А.Е., Бушманов А.Ю., Гуськова А.К. Радиационные поражения человека. — М.: Фирма «Слово», 2007, 171с.
12. Гуськова А.К. Основные источники ошибок в оценке пожизненного риска для здоровья у лиц, подвергающихся воздействию ионизирующего излучения. // Мед. радиол. и радиац. безопасность, 2014, **59**, № 3, С. 26–31.
13. Торубаров Ф.С., Зверева З.Ф. Неврологические аспекты острой лучевой болезни человека (клинические наблюдения). Руководство для неврологов, профпатологов, специалистов в области экспериментальной медицины, преподавателей профильных вузов. Под общей ред. А.К. Гуськовой. — М.: ФГУ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. 2009, 207 с.
14. Окладникова Н.Д., Гуськова А.К. Клиническая токсикология соединений плутония и америция. // Радиационная медицина. Руководство для врачей исследователей и организаторов здравоохранения. Радиационные поражения человека. — М.: ИздАТ, 2001, **2**, С. 253–274.
15. Ivanov V.K. Comments Submitted by Experts from Other Countries. Dear residents of the Fukushima Prefecture (January 14, 2014).
16. Степаненко В.Ф., Хоши М. Авария на АЭС Фукусима-1: дозы облучения персонала при аварийных работах и населения. Обзор данных японских специалистов. // Мед. радиол. и радиац. безопасность, 2014, **59**, № 3, С. 16–25.
17. Иванов В.К. Медицинские радиологические последствия Чернобыля для населения России: оценка радиационных рисков. — М.: Медицина, 2002, 392 с.

Поступила: 15.07.2014

Принята к публикации: 19.12.2014