

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Соловьёв В.Ю.<sup>1</sup>, Дёмин В.Ф.<sup>1,2</sup>, Краснюк В.И.<sup>1</sup>**АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО СОЦИАЛЬНОЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ЗАЩИТЕ В ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ**<sup>1</sup>ФГБУ ГНЦ Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123182, Москва;<sup>2</sup>ФБГУ Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», 123182, Москва**Введение.** Разработка алгоритма принятия решений по социальной и медицинской защите людей в чрезвычайной ситуации на основе анализа риска.**Материал и методы.** Описаны проблемы и концептуальные положения оценки риска и принятия на их основе решений по социальной и медицинской защите персонала опасных производств и населения при возникновении чрезвычайной (аварийной) ситуации (ЧС), в которой уровень воздействия опасных факторов может превысить установленные нормы безопасности. Объектом оценки и анализа риска являются стохастические (вероятностные) эффекты воздействия опасных факторов ЧС. Главной их особенностью, создающей сложные проблемы в оценке риска и принятии решений по защитным мерам, является неспецифичность и возможная латентность эффектов их воздействия на здоровье человека.**Результаты.** Первым шагом в предлагаемом алгоритме принятия решений по защитным мерам должно быть выделение группы повышенного риска среди людей, оказавшихся под воздействием ЧС, на основе оценки риска. Рассмотрены три варианта принятия решений в отношении группы повышенного риска: 1) финансовая компенсация за риск; 2) медицинские меры защиты здоровья; 3) компенсация за реализованный ущерб здоровью. Сформулированы требования к методике оценки риска.**Обсуждение.** Показано, что первый вариант не может обеспечить оптимальную и обоснованную защиту здоровья и благополучия людей в условиях ЧС. Принятие решений по этой защите предлагается основывать на комбинации вариантов 2) и 3). Выбор оптимальной комбинации зависит от конкретной ситуации возникновения и развития ЧС, от успеха реализации инженерных и организационных защитных мероприятий, направленных на недопущение «доз» воздействия на людей опасных факторов выше установленных пределов и от эффективности и своевременности мероприятий по медицинской защите.**Заключение.** Выбор варианта принятия эффективного решения по социальной и медицинской защите должен быть основан на детальной оценке риска воздействия всех опасных факторов ЧС, включая оценку риска в экономических показателях.**Ключевые слова:** оценка риска; управление риском; методика; норма безопасности; чрезвычайная ситуация; группа повышенного риска; принятие решений; медицинские меры защиты, социальные меры защиты.**Для цитирования:** Соловьёв В.Ю., Дёмин В.Ф., Краснюк В.И. Алгоритм принятия решений по социальной и медицинской защите в чрезвычайной ситуации. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(1): 11-16.**Для корреспонденции:** Соловьёв Владимир Юрьевич, доктор биол. наук, канд. тех. наук, зав. лаб. анализа техногенных рисков. E-mail: soloviev.fmcb@gmail.comФинансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.  
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
Поступила 27.02.2018  
Принята к печати 18.10.2018Soloviev V.Yu.<sup>1</sup>, Demin V.F.<sup>1,2</sup>, Krasnyuk V.I.<sup>1</sup>**ALGORITHM OF DECISION-MAKING ON SOCIAL AND MEDICAL PROTECTION IN EMERGENCY SITUATION**<sup>1</sup>A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Centre, Moscow, 123182, Russian Federation;<sup>2</sup>National Research Center "Kurchatov Institute", Moscow, 123182, Russian Federation**The aim of the study.** The development of decision-making algorithm for decisions on the social and medical protection of people in emergency situations based on risk analysis.**Material and methods.** The problems and conceptual provisions of risk assessment and decision-making, based on its results, are described concerning the social and medical protection of personnel of hazardous industries and the population in the event of an emergency situation (ES) in which the level of exposure to hazardous factors may exceed the established safety standards. The object of risk assessment and analysis are stochastic (probabilistic) effects of exposure to ES hazard factors. Their main features, which create complex problems in risk assessment and making decisions on protective measures, is the non-specific effects of the hazardous factors' impact on human health and their possible latency.**Results.** The first step before decisions on the protective measures should be to identify a high-risk group among people affected by ES, based on the risk assessment. Three variants of decision-making for the high-risk group are considered: 1) financial compensation for risk, 2) medical measures for protecting health and 3) compensation for the realized damage to health. The requirements of the risk assessment methodology are formulated.**Discussion.** It is shown that the first option can not provide optimal and justified protection of the health and well-being of people in ES. Decisions on this protection are proposed to be based on a combination of options 2) and 3). The choice of the optimal combination depends on the specific situation and development of emergencies, on the success of implementing engineering and organizational protective measures aimed at preventing "doses" of exposure to people of hazardous factors of the emergency above the established safety limits and on the effectiveness and timeliness of medical protection.

**Conclusion.** *The choice of the option of making an effective decision on social and medical protection should be based on the detailed risk assessment from the exposure to hazardous factors, including risk assessment in economic indicators.*

**Key words:** *risk assessment; risk management; methodology; health safety standard; emergency; high-risk group; decision-making; medical protective measures; social protective measures.*

**For citation:** Soloviev V.Yu., Demin V.F., Krasnyuk V.I. Algorithm of decision-making on social and medical protection in emergency situation. *Gigiena i Sanitariia (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(1): 11-16. (In Russ.).

**For correspondence:** Vladimir Yu. Soloviev, MD, Ph.D., DSci., Head of the Laboratory of technogenic risk analysis of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Centre, Moscow, 123182, Russian Federation. E-mail: soloviev.fmbc@gmail.com

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

*Acknowledgements.* The study had no sponsorship.

Received: 27 February 2018

Accepted: 18 October 2018

## Введение

Ионизирующее излучение (ИИ) и вредные химические вещества (ВХВ), включая наноматериалы, при воздействии на организм человека могут вызвать два типа эффектов:

- детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевая катаракта, бесплодие, аномалии в развитии плода, временная депрессия кровотока, угнетение функции щитовидной железы, местное лучевое поражение, в том числе угнетение функции отдельных органов и др.);
- стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты (злокачественные новообразования, наследственные и другие заболевания).

Предметом оценки риска являются стохастические эффекты.

Укажем на некоторые особенности стохастических эффектов воздействия ИИ и ВХВ, которые существенным образом влияют на возможность их надёжной оценки в эпидемиологических (ЭИ) или прогнозных оценках риска и принятии решений по обеспечению защиты здоровья и благополучия людей, а именно [1–3]:

- злокачественные новообразования, наследственные заболевания и, вероятно, большинство других стохастических заболеваний неспецифичны, то есть неотличимы от аналогичных спонтанных проявлений, обусловленных воздействием совокупности факторов иной природы;
- возможная взаимозависимость эффектов риска от различных факторов (реальная, медико-биологическая) или расчётная (конкуренция рисков);
- наличие большого латентного периода, например, минимальный латентный период для солидных радиогенных раков лежит в диапазоне 5–10 лет, а средний – в диапазоне 25–55 лет в зависимости от локализации рака и возраста получения дозы; аналогичные особенности можно ожидать для эффектов воздействия ВХВ;
- проявления этих эффектов могут оказаться статистически малыми по сравнению с их спонтанными аналогами практически для всех природных и техногенных источников воздействия, исключая возможную высокую экспозицию в аварийных условиях.

Принципиально важно иметь в виду особенность показателей риска, описывающих стохастические эффекты. Как правило, используется понятие «индивидуальный риск». Однако его нельзя буквально относить к некоторому конкретному человеку: это характеристика когорты людей, отнесённая к одному человеку («среднему» человеку в когорте). Пусть получены значения  $R_i$  (пожизненный риск) и

$G_i$  (потерянные годы жизни), характеризующие действие некоторого  $i$ -го источника риска на когорту из  $N$  человек и отнесённую к одному человеку («среднему» человеку из когорты). Величину  $G_i$  не следует понимать как количество лет, потерянных каждым человеком из когорты. На самом деле реально в будущей жизни могут пострадать (погибнуть от этого источника риска) только  $N_i = N \cdot R_i$  человек и каждый из них в среднем потеряет  $g_i = G_i / R_i$  лет. Необходимо также отметить, что прогноз на определённые когорты или группы людей может давать оценку количества пострадавших «менее одного человека». В этом и заключается некоторый, на первый взгляд, парадокс при анализе смысла категории «индивидуального риска».

Величина  $g_i$  называется ущербом, отнесённым к пострадавшему от  $i$ -го источника риска. Она также используется в анализе риска. Например, когда говорят, что от одного случая радиогенного рака теряется в среднем 15 лет, имеется в виду именно значение  $g_i$  для радиационного облучения. Это значение усреднено по полу, возрасту, т. е. это уже среднее по популяции значение показателя риска.

Таким образом,  $R_i$  есть вероятностная характеристика опасности от  $i$ -го источника риска в течение всей будущей жизни для когорты или популяции в зависимости от того, как и для какой группы людей она рассчитана. При этом  $G_i$  – это ущерб, отнесённый ко всей группе людей (часть из них умрёт от данного источника риска, другая часть – от всех остальных причин смерти),  $g_i = G_i / R_i$  – ущерб, отнесённый только к тем, кто умрёт от действия рассматриваемого источника риска.

С учётом приведённых выше пояснений индивидуальные показатели риска уместнее было бы назвать индивидуализированными показателями.

Эти особенности стохастических эффектов делают исключительно затруднительными как эпидемиологические, так и другие исследования, ставящие своей целью и получение зависимости «доза – эффект» (ЗДЭ) в нужной форме, и принятие решений по медицинским и социальным мерам защиты людей.

Результаты прогнозной оценки риска необходимы для управления риском – поддержки принятия решений по ряду направлений:

- установление и пересмотр норм безопасности (НБ) и санитарно-гигиенических правил и нормативов;
- разработка средств и методов охраны здоровья и социального благополучия людей и их реализация при чрезвычайных ситуациях (ЧС) природного и техногенного характера.

Имеется большой набор публикаций, посвящённых применению оценки и анализа риска для поддержки решений по защитным мерам по первому направлению [4–11].

Особое внимание заслуживают проблемы принятия решений по защите здоровья и социального благополучия людей при возникновении чрезвычайных ситуаций. Этой теме посвящено много работ [12–22].

Промышленное развитие со второй половины XX столетия характеризуется как относительно быстрым ростом объёма промышленного производства, так и изменением его структуры. Это изменение происходило в сторону создания производств большой единичной мощности с высокой энергонасыщенностью и содержанием в больших количествах потенциально опасных технологических материалов и отходов. К природным катастрофам добавилась реальная опасность техногенных катастроф и глобальных изменений среды обитания человека. Список уже произошедших катастроф хорошо известен: Три-Майл-Айленд, Бхопал, Севезо, Чернобыль, Фукусима и др.

В случае возникновения ЧС, представляющей серьёзную угрозу для здоровья и жизни людей, принятие решений по их защите должно осуществляться по двум направлениям:

1) обеспечение безопасности – защита жизни и здоровья людей от опасных воздействий, возникших в ЧС (предотвращение недопустимо высоких уровней воздействия возникших опасных факторов (высокие уровни загрязнения окружающей среды опасными химическими, биологическими или радиоактивными веществами));

2) медицинская и социальная защита для той части людей, которые получили значимые уровни воздействия в ЧС из-за запоздания и/или неполноты мер обеспечения безопасности по первому направлению.

Проблемы развития средств оценки риска и применения анализа риска по первому направлению и в части разработки норм безопасности (НБ) в нормальных условиях рассмотрены нами в работах [1, 2, 23]. Ниже рассматриваются аспекты применения анализа риска по второму направлению, а также к персоналу опасных и особо опасных производств, которые в силу разных причин могли или могут получить дозы воздействия ИИ или других вредных факторов выше НБ как в чрезвычайных (аварийных), так и в штатных условиях, например, при проведении работ, где могут одновременно присутствовать радиационный и химический фактор опасности.

## Материал и методы

Для принятия решения по медицинским и/или социальным мерам предлагается установить уровень значимого риска – минимально значимое значение риска в когорте. Если в рассматриваемой когорте людей в результате воздействия ЧС или опасных условий труда значение обусловленного ими риска здоровью после принятия защитных мер больше уровня значимого риска, то это воздействие признаётся значимым и для этих людей должен применяться комплекс медицинских (профилактических, диагностических и лечебных) и социальных мероприятий, т. е. уровень значимого риска – риска, начиная с которого ситуация на территории или для пострадавшей группы людей берётся под контроль. Для осуществления мер социальной и медицинской защиты людей, оказавшихся в условиях ЧС, целесообразно сформировать группы повышенного риска (ГПР) из той части людей, для которых ожидаемый риск превышает уровень значимого риска [24, 25].

Медицинская защита людей, пострадавших в условиях ЧС, заключается:

- в заблаговременном установлении лиц, являющихся непосредственными носителями значимого риска реализации последствий воздействия ИИ или ВХВ, и формировании из них ГПР;

- в заблаговременном выявлении и применении радикальных мер профилактики, диагностики и лечения на ранних стадиях проявления ожидаемых стохастических эффектов.

В конечном счёте эффективность мероприятий по медицинской защите проявляется в уменьшении числа ожидаемых стохастических эффектов.

Социальная защита людей, пострадавших в условиях ЧС, заключается в финансовых или других компенсациях, обусловленных

- ухудшением условий жизни на пострадавшей территории от ЧС, например, ограничением на сельскохозяйственную и/или иную деятельность;
- возможной потерей здоровья (или жизни) в результате воздействия вредных факторов ЧС.

Принятие конкретных решений по установлению ГПР по медицинским и социальным защитным мерам должно основываться на детальном прогнозе риска возникновения стохастических эффектов и на оценке вероятности причинной обусловленности (ВПО) заболевания или смерти в их зависимости от «дозы», пола и возраста на момент воздействия опасных факторов, от времени после возникновения ЧС, распространённости спонтанных заболеваний соответствующего вида и других местных медико-демографических условий.

ВПО возникновения неспецифического заболевания или смерти от него вида  $j$  в результате действия некоторого  $i$ -го источника риска определяется (в процентах) как:

$$\text{ВПО} = [\Delta R_{ij} / (\Delta R_{ij} + \Delta R_{фj})] \cdot 100,$$

где  $\Delta R_{ij}$  и  $\Delta R_{фj}$  – риск (вероятность) неспецифического заболевания или смерти от него соответственно для  $i$ -го источника риска и  $j$ -го спонтанного (фонового) заболевания данного вида (или смерти от него) в некотором интервале времени. Как правило, рассматривается короткий интервал времени, например, один год. В этом случае величины  $\Delta R_{ij}$  и  $\Delta R_{фj}$  равны фактически повозрастным коэффициентам смертности или заболеваемости рассматриваемого  $i$ -го вида.

Оценку ВПО можно использовать, например, при установлении медицинскими экспертными советами причинно-следственной связи между предшествующим радиационным воздействием и имевшим место страховым случаем (онкологическим заболеванием или смертью от него).

По аналогии с имеющимися предложениями по уровням риска относительно радиационных стохастических эффектов [26, 27] можно предложить следующее значение для уровня значимого риска для любых (в том числе действующих одновременно) факторов:

- значение уровня значимого риска устанавливается в пределах 5–10% от значения риска в рассматриваемый период времени спонтанного (фонового) заболевания того же вида в рассматриваемой когорте;
- для редких видов заболевания, например, рака щитовидной железы, этот относительный уровень разумно установить на порядок более высоким.

Осуществление медицинской защиты должно основываться на следующих принципиальных положениях:

1) получивший «дозу» воздействия от источника опасности ещё не есть пострадавший (от стохастических эффектов);

2) прогнозная оценка риска позволяет учитывать тот факт, что большинство случаев онкологических заболеваний, обусловленных факторами радиационной или химической природы, реализуются через десятки лет после воздействия в результате ЧС;

3) медицинские меры из-за неспецифичности ожидаемых эффектов должны быть направлены на снижение риска конкретного вида заболевания в целом: искомого и спонтанного происхождения (риска смерти или заболевания одного и того же вида. Пример: онкологические заболевания, болезни органов кровообращения и дыхания и др.). При таком подходе возрастает эффективность медицинских мер и снижается абсолютный риск. При этом предотвращенный ущерб здоровью может превысить риск, обусловленный воздействием ЧС.

Эти положения вытекают из необходимости и полезности учитывать неспецифичность стохастических эффектов воздействия источника опасности и возможность компенсации искомого риска за счёт снижения других факторов риска.

Последовательная реализация последнего положения в случае воздействия ЧС может в принципе изменить стратегию защиты здоровья населения или персонала опасных производств в сторону повышения её результативности и эффективности.

Учитывая положение 2) предоставляется возможность вместо чисто экономической компенсации рассмотреть меры медицинской защиты и реабилитации, которые могут оказаться более эффективными как с экономической точки зрения, так и с точки зрения охраны здоровья. С другой стороны, это намного уменьшает экономическую ответственность за компенсацию, отнесённую к году возникновения ЧС, так как латентный период рассматриваемых заболеваний составляет от нескольких лет до нескольких десятков лет.

## Результаты

Варианты социальных и медицинских мер защиты людей, которые являются носителями риска потери здоровья вследствие ЧС:

1. Компенсационные выплаты всем установленным носителям риска ГПР.

2. Медицинская защита людей из ГПР.

3. Компенсация пострадавшим в условиях ЧС за состоявшуюся потерю здоровья или жизни лицам из ГПР.

Первый вариант в той или иной степени реализуется, например, для людей, проживающих на территориях, пострадавших от радиационных аварий или испытаний ядерного оружия, а также для ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС.

Этот вариант трудно признать обоснованным и удовлетворительным с позиции пострадавших: размывание компенсационных выплат по всем носителям риска приводит к тому, что компенсацию получают и те, которые не пострадали и не пострадают в будущем от воздействия ЧС (их, как правило, оказывается большинство), а реально пострадавшие получают частичную (неполную) компенсацию.

Более обоснованная защита людей может осуществляться на основе оптимальной комбинации мер по пп. 2 и 3. При выборе этой комбинации следует иметь в виду, что меры по пп. 2 и 3 до некоторой степени конкурентны между собой. Если меры медицинской защиты выполняются в необходимом объёме и своевременны, то эффект от них (предотвращённые случаи опасных заболеваний и смерти) может превысить ожидаемый ущерб здоровью от ЧС в ГПР, как это пояснено выше. В такой ситуации дополнительное к медицинской защите принятие мер по п. 3 становится излишним и малообоснованным.

Весьма важным и эффективным подходом к реализации мер медицинской и социальной защиты персонала и/или населения в ЧС может быть обязательное страхова-

ние части медицинских мер, возможного ущерба здоровью (жизни) и других ущербов в случае их реализации. Это может быть особенно эффективным, когда имеются отсроченные на десятки лет возможные стохастические эффекты воздействия факторов ЧС. Таковы, например, злокачественные новообразования, обусловленные воздействием ВХВ или ИИ.

Вариант п. 3 должен реализоваться в достаточно полном объёме, если по разным причинам медицинские меры не были приняты или были приняты несвоевременно и/или в неполном объёме.

Такой подход на основе анализа риска был реализован на практике в ряде стран. Отметим, например, соглашение между государственной ядерной корпорацией BNFL и профсоюзами в Великобритании относительно компенсаций рабочим радиационно-опасных производств за заболевание или смерть от рака [28], в котором используется ВПО, рассчитываемая на основе оценки риска. Соглашение было подписано в 1982 г. и модифицировано в 1987 и 1991 гг. в связи с накоплением опыта его реализации и пересмотра значений коэффициентов радиационного риска. Из рассмотренных 600 случаев заболевания или смерти от рака среди рабочих ядерной отрасли Великобритании только относительно примерно 70 случаев было принято решение о компенсации. При этом только в нескольких случаях была выплачена 100%-ная компенсация. В остальных случаях уровень компенсации составил 75, 50 и 25% в зависимости от значения ВПО. Соглашение обеспечивало компенсацию только для лиц с ВПО более 20%, учитывая диапазон неопределённости оценки. В отечественной практике для целей установления причинной связи полифакторных заболеваний, к которым относятся злокачественные новообразования, с воздействием радиационного фактора в работе [29] было предложено использовать ВПО на уровне 10% и более.

## Обсуждение

Для выбора и обоснования мер социальной и медицинской защиты должны быть проведены детальные расчёты риска здоровью человека в их зависимости от «дозы» воздействия, от начала воздействия и срока проявления эффекта. Для таких расчётов необходима развитая методика прогнозной оценки риска. В работах [1, 2] предложен подход к оценке риска на основе развития общих методических основ оценки риска. Общая методика служит базой разработки и обоснования частных (для некоторого конкретного источника опасности) и (или) упрощённых методик оценки риска. Такая структура методических основ оценки риска в своем полном развитии делает более прозрачными и сравнимыми как частные методики, так и поддержку принятия решений по защитным и прочим мерам от разных источников вреда, включая их совместное действие, на основе анализа риска.

Методика прогнозной оценки риска на современном уровне развития методических основ оценки риска состоит из следующих двух частей [1, 2]:

общая методика оценки риска, применимая к любым изучаемым источникам вредного воздействия;

ЗДЭ для воздействия источника опасности в ЧС (ИИ и (или) ВХВ), полученная в виде повозрастных коэффициентов смертности или заболеваемости.

Исходной информацией для расчёта риска по частной методике являются «дозы» воздействия и медико-демографические данные для рассматриваемой когорты или группы лиц.

Общая методика развита в достаточно полном объёме [1, 2].

Все сложные проблемы оценки риска воздействия ИИ, как и ряда других источников риска (ВХВ и др.) связаны с п. 2) – с установлением ЗДЭ, которая должна быть представлена от «дозы» воздействия, от возраста (начала) воздействия и возраста проявления эффекта. Выше было отмечено, что неспецифичность эффектов воздействия ИИ и ВХВ затрудняет получение ЗДЭ в нужном качестве на базе результатов эпидемиологического исследования [3].

Следует отметить, что ЗДЭ, полученные из эпидемиологического исследования в усреднённой по возрасту форме, мало пригодны для описанных выше прогнозной оценки риска и принятия решений по социальной и медицинской защите людей в ЧС.

Необходимо различать ретроспективную, прогнозирующую индивидуальную оценку риска и оценку риска постфактум. В последнем случае подразумевается ретроспективная оценка риска для умерших (заболевших) в настоящее время (или в прошлом) людей для установления причинно-следственной связи между источником неблагоприятного воздействия на здоровье человека, действовавшим в прошлом, и смертью (заболеванием). Основное назначение этой оценки – решение вопросов социальной защиты в форме компенсации за ущерб здоровью или жизни. Прогнозная оценка риска – это оценка риска для живущих в настоящее время людей. Ее назначение – дать количественную основу для принятия решений по мерам медицинской и социальной защиты в условиях ограниченных ресурсных возможностей.

## Заключение

Описаны проблемы и концептуальные положения прогнозирования риска и принятия решений по социальной и медицинской защите персонала опасных производств и населения при возникновении ЧС. Рассмотрены три варианта принятия решений: 1) финансовая (материальная) компенсация за риск; 2) медицинские меры защиты здоровья; 3) компенсация за реализованный ущерб здоровью. Первый вариант не может обеспечить оптимальную и обоснованную защиту здоровья и благополучия людей в условиях ЧС. При принятии решений по защите здоровья и благополучия людей предлагается исходить из комбинации вариантов 2) и 3). Выбор оптимальной комбинации зависит от конкретной ситуации возникновения и развития ЧС, а также от успеха реализации защитных мероприятий. Этот выбор должен быть основан на детальной оценке риска воздействия опасных факторов ЧС. Должны быть сформулированы требования к методике оценки риска.

В разного рода публикациях на рассматриваемую тему основное внимание уделяется инженерным, организационным и правовым вопросам обеспечения безопасности – предотвращения недопустимо высоких уровней воздействия возникших опасных факторов.

Значительная часть из них посвящена также вопросам, связанным с информированием населения о ЧС и действиях по ликвидации её последствий. Эти вопросы выше мы не рассматривали. Опыт ликвидации последствий Чернобыльской аварии показал, как непросто их решать, особенно в ситуации неготовности или неполноты регулирующих документов по ликвидации последствий ЧС, обеспокоенности населения и возможного недоверия к властям и специалистам [13, 14].

В публикациях недостаточно внимания уделяется принятию решений на основе анализа риска по медицинской и социальной защите той части людей, которые могут пострадать в ЧС. Именно этой теме в основном посвящена настоящая работа.

Для принятия оптимальных решений по рассматриваемым защитным мерам методику оценки риска необходимо дополнить разделом оценки риска в экономических показателях. Центральная проблема этого раздела – отсутствие обоснованного показателя – цены риска: цены единицы ущерба жизни или здоровью человека. Кроме самой цены проблематичен и выбор этой единицы натурального ущерба (потеря всей жизни или года жизни (года здоровой жизни)). Анализ этой проблемы хорошо освещён в [8]. В 2011 г. разработаны и утверждены нужные в этом плане Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания, утверждённые Роспотребнадзором [30]. Они могут быть учтены при разработке раздела оценки риска в экономических показателях. Однако представляется спорным утверждение в Методических рекомендациях о том, что субъективная компонента ущерба значительно меньше объективной.

## Литература

(пп. 6, 9–12, 16–21, 26–28 см. References)

1. Рахманин Ю.А., Демин В.Ф., Иванов С.И. Общий подход к оценке, сравнению и нормированию риска здоровью человека от разных источников вреда. *Вестник РАМН*. 2006; 4: 5-8.
2. Демин В.Ф., Захарченко И.Е. Риск воздействия ионизирующего излучения и других вредных факторов на здоровье человека: методы оценки и практическое применение. *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2012; 52 (1): 77-89.
3. Демин В.Ф., Бирюков А.П., Забелин М.В., Соловьев В.Ю. Проблемы установления зависимости доза – эффект для ионизирующего излучения. *Мед. радиол. и радиац. безопасность*. 2018; 63 (3): 25–33.
4. Трбови, В.М. Критерии риска в странах ЕС. *Проблемы анализа риска*. 2004; 1(2): 106 - 115.
5. Хрупачев А.Г., Хадарцев А.А. Профессиональный риск. Теория и практика расчета. Тула. Изд-во ТулГУ. 2011. 329 с.
7. *Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду*. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Р 2.1.10.1920-04, Москва, 2004 г.
8. Быков А.А., Фалеев М.И. К проблеме оценки социально-экономического ущерба с использованием показателя цены риска. *Проблемы анализа риска*. 2005; 2 (2): 114 - 131.
13. Беляев С.Т., Демин В.Ф., Осмачкин В.С. Чернобыльская авария: критический анализ последствий и проведенных защитных мероприятий. *Атомная энергия*. 1997; 83(6): 393 – 401.
14. *Международный Чернобыльский проект. Оценка радиологических последствий и защитных мер*. Издат. М.: 1991; 95 с.
15. *Безопасность и предупреждение чрезвычайных ситуаций. Каталог-справочник*. Институт риска и безопасности. М., 1998; 286 с.
22. Фалеев М.И. Комплексная безопасность населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. *Проблемы анализа риска*. 2018; 15 (1): 4,5.
23. Анциферова А.А., Демин В.А., Демин В.Ф., Соловьев В.Ю. Концепция управления техногенным риском. *Гигиена и санитария*. 2017; 96 (8): 780-785.
24. Соловьев В.Ю., Бушманов А.Ю., Семенов В.Г., Кочетков О.А., Торубаров Ф.С. Концепция выделения групп повышенного риска среди персонала атомной отрасли. *Мед. радиология и радиац. безопасность*. 2009; 54 (6): 16-23.
25. Соловьев В.Ю. Концепция выделения групп повышенного риска среди персонала производства с опасными условиями труда. *Анализ риска здоровью*. 2013; 3: 27-33.
29. Краснюк В.И., Голиков В.Я., Меских Н.Е., Филюшкин И.В., Чесалин П.В. *Руководство по медицинской помощи лицам, подвергшимся воздействию радиации вследствие аварии на Чернобыльской АЭС*. 1998; М.: РМАПО. 100 с.
30. *Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания*. МР 5.1.0029-11. Роспотребнадзор, 2011; 24 с.

## References

- Rakhmanin Yu.A., Demin V.F., Ivanov S.I. General approach to the assessment, comparison and normalization of the risk to human health from various sources of harm. *Vestnik RAMN*. 2006;4: 5-8. (in Russian).
- Demin V.F., Zakharchenko I.E. The risk of exposure to ionizing radiation and other harmful factors on human health: assessment methods and practical application. *Radiacionnaya biologiya. Radioekologiya*. 2012; 52 (1): 77-89. (in Russian).
- Demin V.F., Biryukov A.P., Zabelin M.V., Soloviev V.Yu. Problems of identifying dose - effect dependence for ionizing radiation. *Med. radiol. i radiac. bezopasnost'*. 2018; 63 (3): 25–33. (in Russian).
- Trboevich V.M. Criteria of risk in EU countries. *Problemy analiza riska*. 2004; 1(2): 106 – 115. (in Russian).
- Hrupachev A.G., Hadartsev A.A. *Professional risk. Theory and practice of calculation*. Tula, Publishing house TulGU; 2011. (in Russian).
- Hallenbeck W.H. *Quantitative risk assessment for environmental and occupational health*. 2nd ed. Lewis publishers.INC.; 1993.
- Guidelines for risk assessment to public health under the influence of chemicals that polluted the environment*. The Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare. P 2.1.10.1920-04. M: 2004. (in Russian).
- Bykov A.A., Faleev M.I. To the problem of assessing socio-economic damage using the risk price indicator. *Problemy analiza riska*. 2005; 2(2): 114 – 131 (in Russian).
- Handbook of Safety Assessment of Nanomaterials*. Ed. by Bengt Fadeel. Pan Stanford Publishing; 2014.
- Bryant P.A, Croft J and Cole P. Integration of Risks from Multiple Hazards into a Holistic. *Radiation Protection Dosimetry*. 2017; 173 (1-3): 4-13.
- Marjolein B.A. and Ortwin Renn. Risk governance. *Journal of Risk Research*. 2011; 14: 431-449.
- Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident*. Safety Series No 75-INSAG-1. IAEA, Vienna; 1986.
- Belyaev S.T., Demin V.F., Osmachkin V.S. Chernobyl accident: a critical analysis of the consequences and conducted protective measures. *Atomnaya ehnergiya*. 1997; 83(6): 393 – 401 (in Russian).
- International Chernobyl Project. Assessment of radiological consequences and protective measures*. Izdat. M.; 1991. (in Russian).
- Safety and prevention of emergencies*. Catalog-Directory. Institute of Risk and Safety. M., 1998. (in Russian).
- Callen J., McKenna T. Saving Lives and Preventing Injuries From Unjustified Protective Actions—Method for Developing a Comprehensive Public Protective Action Strategy for a Severe NPP Emergency. *Health Physics*. 2018; 114(5): 511-526.
- Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency*. General Safety Guide. IAEA, Vienna; 2018.
- Commission staff working paper. Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management. EC; Brussels, 21.12.2010, SEC (2010) 1626; 2010.
- Atsuyuki Suzuki. Managing the Fukushima Challenge. *Risk analysis*. 2015; 34(7):1240-1256.
- Jason Reinhardt, Che Xi, Wenhao Liu, Petar Manchev, and M Elisabeth Paté Cornell. Asteroid Risk Assessment: A Probabilistic Approach. *Risk analysis*. 2016; 36(2): 244-261.
- Namkyung Oh. Dimensions of strategic intervention for risk reduction and mitigation: a case study of the MV Sewol incident. *Journal of Risk Research*. 2017; 20 (12): 1516-1533.
- Faleev M.I. Complex safety of the population and territories from emergency situations. *Risk analysis problems*. 2018; 15(1): 4.5. (in Russian).
- Antsiferova A.A., Demin V.A., Demin V.F., Soloviev V.Yu. Concept of technogenic risk' management. *Gygiena and Sanitaria*. 2017; 96 (8): 780-785 (in Russian).
- Soloviev V.Yu., Bushmanov A.Yu., Semenov V.G., Kotchetkov O.A., Torubarov F.S. The conceptual approach to identification of risk groups among atomic industry workers. *Med. Radiol. and Radiat. Safety*. 2009; 54 (6): 16-23 (in Russian).
- Soloviev V.Yu. The concept of allocation of groups of the elevated risk among personnel of factories with dangerous working conditions. *Health Risk Analysis*. 2013; 3: 27-33 (in Russian).
- Algasin A.I., Demin V.F., Gordeev K.I., Loborev V.M., Kiselev V.I., Shoikhet Ya.N. Radiation impact of nuclear weapon tests at the Semipalatinsk test on the population of the Altai region. In the proceed. of the IAEA symposium on environmental impact of radioactive releases, Vienna, Austria, 8-12 May 1995. IAEA-SM-339/82: 435 - 447.
- Shoikhet Ya.N., Kiselev V.I., Loborev V.M., Sudakov V.V., Algasin A.I., Demin V.F., Lagutin A.A. The 29 August, 1949. Nuclear Test. Radioactive impact on the Altai region population. Institute of Regional Medico-Ecological Problems. Barnaul, 1998.
- Wakeford R., Antell B.A., Leigh W.J. A review of probability of causation and its use in a compensation scheme for nuclear industry in the United Kingdom. *Health Physics*, January 1998; 74 (1): 1-9.
- Krasnyuk V.I., Golikov V.Ya., Meskih N.E., Filyushkin I.V., Chesalin P.V. Manual of medical care of persons exposed to radiation at the Chernobyl accident. 1998; M.: RMAPE. (in Russian).
- Methodical recommendations for the economic assessment of risks to public health under the influence of environmental factors*. MR 5.1.0029-11. Rospotrebnadzor; 2011 (in Russian).