

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.87

Анциферова А.А.<sup>1</sup>, Дёмин В.А.<sup>1,3</sup>, Дёмин В.Ф.<sup>1,2</sup>, Соловьёв В.Ю.<sup>3</sup>

### КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМ РИСКОМ

<sup>1</sup>ФБГУ «Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"», 123182, г. Москва;

<sup>2</sup>ФБГУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России, 119991, г. Москва;

<sup>3</sup>ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, 123182, г. Москва

*Предлагаются концептуальные положения и уровни принятия решений по обеспечению безопасности, социальной и медицинской защиты человека на основе оценки, анализа и управления риском в разных сферах деятельности человека в нормальных и чрезвычайных (аварийных) условиях действия техногенных и частично природных источников опасности. В основе разрабатываемых предложений лежит единый подход к развитию и использованию современной методологии оценки риска: разработка общей методики оценки риска и на ее основе частных и упрощенных методик для отдельных источников опасного воздействия. 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 опасности.*

*Сформулированы предложения по универсальным нормам безопасности (НБ) и другим уровням принятия решений по безопасности, социальной и медицинской защите населения и персонала опасных производств, включая уровни приемлемого риска. Для установления НБ и других уровней принятия решений используется специальный показатель риска: относительный ущерб (отношение потерянных лет жизни к году пребывания под риском). Этот показатель наиболее удобен для нормирования, сравнения и управления риском, особенно в условиях действия двух или более источников опасности. На основе универсальных НБ разрабатываются отраслевые основные НБ для отдельных изолированных источников опасности. Они выражаются в тех показателях (специфических показателях риска или показателях «дозы» воздействия в разных ее определениях), которые к настоящему времени широко применяются на практике или будут выбраны для практического применения в будущем.*

*В обеспечении безопасности человека в нормальных условиях основное применение оценки риска – разработка и обоснование НБ и других уровней принятия решений. В условиях чрезвычайной (аварийной) ситуации конкретная оценка риска, кроме установления уровней принятия решений, принципиально необходима для принятия обоснованных оптимальных решений по мерам социальной и медицинской защиты населения и профессиональных работников.*

**Ключевые слова:** оценка риска; управление риском; показатель риска; методика; норма безопасности; гармонизация; принятие решений; нормальные условия; аварийные условия.

**Для цитирования:** Анциферова А.А., Дёмин В.А., Дёмин В.Ф., Соловьёв В.Ю. Концепция управления техногенным риском. Гигиена и санитария. 2017; 96(8): 780-785. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-8-780-785

**Для корреспонденции:** Дёмин Владимир Федорович, канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр. НИЦ «Курчатовский институт», 123182, Москва. E-mail: [vfdemin\\_kiae@mail.ru](mailto:vfdemin_kiae@mail.ru)

Antsiferova A.A.<sup>1</sup>, Demin V.A.<sup>1,3</sup>, Demin V.F.<sup>1,2</sup>, Soloviev V.Yu.<sup>3</sup>

### CONCEPT OF TECHNOGENIC RISK MANAGEMENT

<sup>1</sup>National Research Center "Kurchatov institute", 123182 Moscow, Russian Federation;

<sup>2</sup>Centre for Strategic Planning, Russian Ministry of Health, Moscow, 119991, Russian Federation, 119121, Russian Federation;

<sup>3</sup>A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, 123098, Russian Federation

*There are proposed conceptual positions and levels of decision-making on provision of the safety, social and medical protection of the human on the base of the assessment, analysis and risk management in different areas of human activity in normal and emergency conditions under the exposure to man-made and some natural hazard sources. At the base of developed applications there is a unified approach to the development and use of modern risk assessment methodology: the elaboration of a common method of the risk assessment and, basing on it, specific and simplified methods for concrete sources of hazard impact. This structure of methodological bases of risk assessment, in its full development makes it more transparent and comparable as well specific methods, as the support of decision-making on protective and other measures from different sources of danger. There were formulated proposals for universal safety standards (SSs) and other levels of decision-making on safety, social and medical protection of the population and staff of hazardous industries, including acceptable levels of risk. For the establishment of SSs and other decision-making levels, a special risk index is used: the relative damage (ratio of years of life lost to a year of stay-at-risk). This index is most appropriate for evaluation, comparison and management of risk, especially in conditions of two or more acting danger sources. On the base of universal SSs there are developed branch main SSs for certain isolated sources of danger. They are expressed in those indices (specific risk indices or impact indices in their different definitions), which by now are widely used in the practice or will be chosen for practical use in the future. In the ensuring human*

*safety in normal conditions, the main use of the risk assessment is the development and support of Ss and other levels of decision-making. In emergencies the specific risk assessment besides to the establishment the decision-making levels is essentially needed to make justified optimal decisions on the measures of social and medical protection of the population and professionals.*

**Key words:** *risk assessment; risk management; risk index; methodology; health safety standard; harmonization; decision-making; normal condition; emergency condition*

**For citation:** Antsiferova A.A., Demin V.A., Demin V.F., Soloviev V.Yu. Concept of technogenic risk management. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(8): 780-785. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-8-780-785>

**For correspondence:** *Vladimir F. Demin, MD, PhD, leading researcher, National Research Center "Kurchatov institute", 123182 Moscow, Russian Federation. E-mail: vfdemin\_kiaa@mail.ru*

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

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: 12.04.16

Accepted: 06.09.16

## Введение

В традиционных областях производственной деятельности человека наряду с внедрением новых технологий развивались и совершенствовались системы обеспечения безопасности персонала и населения. В большей степени это коснулось ядерной отрасли, в которой современные нормы радиационной безопасности стали на два порядка более «жесткими», чем первые нормативы.

В то же время проблема совершенствования системы безопасности в разных областях деятельности человека сохраняет свою высокую актуальность. Это обусловлено, в частности, тем, что вплоть до настоящего времени при установлении норм безопасности (НБ) и других уровней принятия решений по безопасности для разных источников вредного воздействия используются разные подходы и разные «рисковые» или «дозовые» показатели, которые весьма сложно, если вообще возможно, сопоставить друг с другом. В такой ситуации трудно рассчитывать на их оптимальность. Для новейших областей деятельности человека (например, использование наноматериалов) решение проблем обеспечения безопасности находится в стадии развития. Кроме того, при воздействии нескольких сопоставимых по значимости факторов в существующих регламентирующих документах отсутствует алгоритм их корректного учета в рамках оценки и анализа риска.

В работе [1] предложена концепция гармонизации НБ в различных областях деятельности человека. В ней предлагается подход к гармонизации, состоящий из двух этапов. На первом этапе необходимо подготовить научные основы гармонизации НБ между разными областями деятельности человека, преодолев существующие расхождения, после чего можно переходить ко второму этапу: к международной гармонизации НБ и других уровней принятия решений по безопасности между разными странами. В этом подходе первая гармонизация может служить научным базисом для межгосударственной гармонизации.

Одним из ключевых моментов предлагаемой концепции являются вопросы разработки концептуальных положений по оценке, анализу и управлению риском, установлению уровней принятия решений по безопасности, социальной и медицинской защиты населения и персонала опасных производств в нормальных и чрезвычайных (аварийных) условиях, включая критерии для оценки социально-приемлемого риска. Решение этих вопросов позволит унифицировать подходы по обеспечению безопасности человека в различных областях его деятельности и подойти к возможности комплексного решения данной проблемы.

При развитии системы принятия решений по контролю безопасности на базе оценки риска целесообразно выделить три типа ситуаций и категорий воздействия источников риска: (1) ситуации планируемого воздействия, (2) ситуации аварийного воздействия, которое может возникнуть из ситуации планируемого воздействия вследствие аварии техногенного или природного происхождения, и (3) ситуации существующего воздействия, включающие уже имеющиеся источники воздействия, относительно которых может быть поставлен вопрос о взятии их под контроль (выхлопы автомобилей, выбросы угольных или газовых электростанций, в которых присутствуют вредные вещества, загрязнение продуктами нанопроизводств и т. п.).

Необходимо различать профессиональное воздействие источников риска и воздействие на население.

Ниже рассматриваются подходы к обеспечению защиты здоровья и жизни человека на основе технологии оценки, анализа и управления риском, в основном, для первой ситуации (планируемое воздействие в штатном режиме) и для второй – чрезвычайной ситуации (нештатные ситуации, аварии и т. п.).

### **Планируемое воздействие (штатный режим)**

*Основной принцип установления НБ и других уровней принятия решений по безопасности в отношении любых регулируемых источников вредного воздействия формулируется следующим образом: недопущение детерминированных эффектов и ограничение стохастических эффектов на достаточно низком, приемлемом уровне (социально-приемлемый уровень риска).*

НБ, устанавливаемые на основе оценки риска, относятся к так называемому недобровольному риску, то есть риску от источника воздействия, к которому защищаемые люди относятся как «третьи лица», не получающие от него какой-либо выгоды или пользы. Что касается персонала производств с опасными условиями труда, то профессиональный риск также не в полной мере относится к добровольному риску. Для персонала пределы риска устанавливаются на более высоком уровне, чем для населения, и, как правило, в той или иной форме осуществляется компенсация за более высокий риск. Добровольный риск типа риска использования автотранспорта здесь не рассматривается. Не рассматриваются также возможные риски использования медицинских процедур с целью получения значимого для здоровья пациента лечебного или диагностического результата.

Для принятия решений по безопасности человека на основе анализа риска необходимо установить соответствующую систему уровней риска – уровней принятия решений. В эту систему, кроме основных и производных НБ, входят разного рода контрольные уровни, уровни пренебрежимого риска (уровни «de minimus») и др. На опасных производствах для определенных критических групп людей (например, беременных женщин) могут вводиться дополнительные регламенты по режиму их работы.

В соответствии с предложенной концепцией в работе [1] структура установления НБ на единой основе оценки риска выглядит следующим образом. Центральное место в ней занимают основные универсальные НБ для персонала опасных производств и для населения. Они едины для всех регулируемых источников опасности, включая случаи их совместного воздействия. На их основе разрабатываются отраслевые основные НБ для отдельных изолированных источников вреда. Они выражаются в тех показателях (специфических показателях риска или показателях «дозы» воздействия в разных ее определениях), которые к настоящему времени широко применяются на практике или будут выбраны для практического применения в будущем, или при пересмотре действующих показателей для других источников вреда. Например, для производственной безопасности показатель риска – вероятность смерти (тяжелого увечья) в год в результате аварии или производственного травматизма.

На следующем уровне следуют производные НБ, предназначенные для осуществления контроля над уровнем воздействия или загрязнением объектов окружающей среды и потребительских товаров (атмосфера, вода, почва, производственные помещения, продукты питания и т. п.) санитарно-гигиеническими ор-

ганами на местах или производственными отделами контроля за уровнем загрязнения вредными веществами окружающей среды и производственных помещений. Последние НБ выражаются в показателях, удобных для измерения и контроля доступными средствами. Для химических веществ, как правило, это максимальные разовые и среднесуточные концентрации контролируемого вредного вещества.

Современные НБ в разных сферах деятельности человека разработаны на основе разных подходов, с использованием разных показателей вредного воздействия или риска и трудно сопоставимы между собой. Так, случаи смерти или профессионального заболевания, существенно влияющего на качество последующей жизни, вызванных разными источниками техногенного риска, могут иметь разный ущерб, выраженный в годах потерянной здоровой жизни, то есть они, вообще говоря, не эквивалентны. По этой причине установление НБ для разных источников вреда в терминах риска смерти или их сравнение в показателях вероятности смерти или числе случаев смерти, как это иногда делается, нельзя признать обоснованным.

*Универсальные нормы безопасности.* Подход к установлению НБ и других уровней принятия решений по безопасности основывается на следующих концептуальных положениях:

1. Необходимо установить *единые, универсальные НБ*, в том числе и для *нескольких одновременно действующих источников риска*. На их основе разрабатываются конкретные *основные НБ для отдельных изолированных источников вреда* в тех показателях риска или воздействия, которые нашли применение на практике (как правило, для каждого источника воздействия используют свой набор показателей) или будут выбраны для практического применения в будущем, как для наноматериалов.

2. Для установления *универсальных НБ* необходимо выбрать наиболее подходящий для этой цели *показатель риска*.

3. В соответствии со сложившейся практикой обеспечения безопасности в различных областях деятельности человека устанавливаются НБ, усредненные *по полу и возрасту*.

4. Для реализации этого подхода необходимо развить общие методические основы оценки риска. *Общая методика* служит основой разработки и обоснования *частных* (для некоторого конкретного источника опасности) и (или) *упрощенных методик оценки риска* [2]. 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 на основе анализа риска.

Для установления единых универсальных НБ и других уровней принятия решений по безопасности на общей основе оценки риска наиболее подходящим показателем риска является *специальный показатель риска  $A$* , как это было предложено в работах [1, 2]. Концептуально он определяется как произведение интенсивности экспозиции («дозы»)  $d$  хронического (протяжённого) воздействия (в её общем определении), или другими словами, среднегодовой мощности экспозиции («дозы») воздействия рассматриваемого источника вреда на ущерб  $g_d$  (потерянные годы здоровой жизни) от единицы «дозы»  $D$ .

Пусть имеет место протяжённое (хроническое) воздействие источника вреда с мощностью «дозы»  $d(e)$ ,  $e$  – текущий возраст. Тогда относительный годовой ущерб  $R(e)$  в возрасте  $e$  равен

$$R(e) = d(e) \cdot g_D(e), \quad (1)$$

где  $g_D(e)$  – ущерб от единицы «дозы»; рассчитывается для единичной дозы, полученной в возрасте  $e$  [1–5]. Размерности величин  $d$  и  $g_D$ : соответственно, [доза]/год и [год]/[доза], где размерность [доза] «дозы» воздействия определяется для каждого конкретного источника воздействия. Здесь используется обобщённое понятие «дозы» как меры воздействия для каждого регулируемого рассматриваемого источника риска.

Показатель риска  $R$  имеет размерность [год/год] (потерянный год здоровой жизни, отнесенный к году пребывания под действием источника риска). В среднестатистическом смысле  $R$  – условно доля этого года, которая теряется в результате действия рассматриваемого источника риска в течение всего года, то есть  $R$  можно назвать *относительным ущербом*. Реально же теряются годы здоровой жизни после этого воздействия. С учё-

том этого величину  $R$  можно условно считать безразмерной величиной (доля года).

В математическом теоретико-вероятностном определении величина  $R$  – математическое ожидание ущерба, выраженного в потерянных годах здоровой жизни от годового воздействия источника риска.

Следует подчеркнуть, что понятие «годы потерянной здоровой жизни» ни в коем случае не относится к конкретному индивидууму, а является только некоторым среднестатистическим показателем на условно большой когорте людей одинакового пола и возраста, на которую воздействовал определённый фактор вредности (или несколько факторов вредности) в определённой дозе.

Показатель риска  $R(e)$  является наиболее удобным показателем для сравнения и нормирования рисков. Он описывает полный ущерб в потерянных годах жизни от годового пребывания под действием источника риска. Кроме возраста  $e$  он может зависеть от пола и других факторов. При установлении норм безопасности и других уровней принятия решений значение показателя риска  $R(e)$  усредняется по полу и возрасту. Универсальность данного показателя обуславливается тем, что он устанавливает *единую шкалу* для всех потенциально опасных для здоровья человека факторов и к нему можно применять определённые количественные критерии.

Предлагается установить следующие значения  $R_n$  в качестве основных универсальных НБ для ограничения хронического воздействия любых регулируемых вредных факторов:

$$R_n = \begin{cases} 0,006 & \text{для профессиональных работников,} \\ 0,0004 & \text{для населения.} \end{cases} \quad (2)$$

Эти значения выбраны таким образом, чтобы соответствовать современным нормам *радиационной безопасности* в нормальном режиме работы предприятий или использования источников ионизирующего излучения. Опыт показывает, что такие нормы радиационной безопасности обеспечивают достаточно высокий уровень защиты здоровья человека в нормальном режиме работы с источниками ионизирующего излучения. Кроме того, использование оценки риска для установления и обоснования НБ наиболее глубоко проработаны именно в этой области.

Универсальный уровень пренебрежимо малого риска (уровень «de minimus»). Этот уровень  $R_{d.m.}$  предлагается установить равным

$$R_{d.m.} = 10^{-5}. \quad (3)$$

Переход от основных универсальных НБ к основным НБ для конкретных источников опасности (отраслевым НБ) осуществляется по следующей простой формуле:

$$d_n = R_n / g_D, \quad (4)$$

где  $d_n$  – общее обозначение основных отраслевых НБ, выраженных в соответствующих «дозах» единицах и определяемых через величины  $R_n$ , основные универсальные НБ.

Термин «отраслевые» относится к отдельному фактору, в том числе для химических вредных веществ к конкретному веществу, для которого вырабатываются свои нормативы.

Критериальные значения (2), (3) предназначены для НБ для любых техногенных факторов, включая *их одновременное воздействие* на здоровье персонала и населения. Наличие специального показателя риска  $R$ , определённого выше (см. формулу (1)), позволяет рассчитать суммарное значение годового риска  $R_\Sigma$  по всем одновременно действующим регулируемым источникам вреда:

$$R_\Sigma = \sum_i R_i, \quad (5)$$

где  $R_i$  – усреднённое значение специального показателя риска от  $i$ -го источника вредного воздействия. Принятие решений по безопасности реализуется требованием выполнения простого соотношения:

$$R_\Sigma = \sum_i R_i \leq R_n, \quad (6)$$

и осуществляется комплексной оптимизацией уровней воздействия всех рассматриваемых источников вредного воздействия при выполнении условия (6). Критерием оптимальности служит *минимум обобщенного ущерба*, представляющего собой сумму затрат на снижение риска и остаточного ущерба здоровью, выраженного в экономических показателях. Суммирование осуществляется по всем рассматриваемым регулируемым источникам вредного воздействия.

Именно использование специального показателя риска  $\hat{A}$  позволяет установить критерий обеспечения безопасности при одновременном действии двух или более источников риска и осуществить комплексную оптимизацию.

Для практической реализации оптимизации уровней воздействия необходимо иметь методики оценки риска для каждого рассматриваемого источника вредного воздействия, позволяющие рассчитывать необходимые показатели риска в их зависимости от возраста и пола, а затем получать усредненные значения [1, 2, 5].

Для процедуры *управления риском* уместно установить следующие уровни приемлемого риска:

1) безусловно приемлемый риск (величина риска не выше уровня пренебрежимого риска);

2) условно приемлемый риск (величина риска лежит ниже НБ и выше уровня пренебрежимого риска); риск становится условно приемлемым, если его уровень установлен и зафиксирован на основе оптимального «соотношения пользы и вреда» от контролируемого источника опасности (контрольный уровень регулирования безопасности, значения которого различны в каждой конкретной ситуации);

3) неприемлемый (недопустимый) риск – уровень риска выше НБ.

При таком подходе следует отметить, что такое понятие, как *социально-приемлемый радиационный риск*, приобретает частный характер: он является частью совокупного *социально приемлемого техногенного* риска, и управление риском следует осуществлять на основе *комплексного подхода ко всем источникам потенциальной опасности* для здоровья человека. И только в случае, когда один из факторов потенциального вреда для здоровья (например, радиационный или химический) является абсолютно преобладающим (или уровень риска от других вредных для здоровья факторов является *пренебрежимым*), допустимо использовать предложенные критерии для обеспечения норм безопасности относительно одного выделенного фактора.

**Концептуальные положения и уровни принятия решений по безопасности, по медицинской и социальной защите населения в чрезвычайных ситуациях**

В случае возникновения чрезвычайной (аварийной) ситуации, представляющей серьезную 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 чрезвычайной ситуации (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 чрезвычайной ситуации из-за запоздания или неполноты мер обеспечения безопасности по первому направлению.

**Критерии принятия решения по безопасности при чрезвычайных ситуациях.** В радиационной безопасности принята система критериев ограничения облучения при аварийных ситуациях. Эти критерии можно распространить и на другие источники потенциальной опасности, представив разработанные критерии в шкале рисков и, соответственно, определив для этих критериев значения показателя  $R$ .

В национальных и международных регулирующих документах установлены несколько уровней принятия решений в терминах «доз» воздействия по ограничению последствий воздействия аварии на здоровье персонала и населения (в области обеспечения радиационной безопасности – см. регулирующие документы [4, 5]).

### Уровни принятия решений по безопасности населения на территории, пострадавшей от аварии, в терминах показателя риска $R$

Диапазон риска $R$	Тип территории
$R \leq R_n = 0,0004$	Нормальные условия проживания и жизнедеятельности людей
$0,0004 \leq R \leq 0,002$	Зона санитарно-экологического контроля
$0,002 \leq R \leq 0,008$	Зона ограниченного проживания людей
$0,008 \leq R \leq 0,02$	Зона отселения гражданского населения
$0,02 \leq R$	Зона отчуждения (полный запрет на проживание, ограничения на хозяйственную и природопользовательскую деятельность)

Ниже приведены критерии по установлению уровней принятия решения по защитным мерам в чрезвычайной ситуации в терминах показателя риска  $R$ . Уровни вмешательства в показателях риска  $R_s$  за первый год пребывания в чрезвычайной зоне для населения:

$$R_s = \begin{cases} 0,2 - \text{уровень Б,} \\ 0,02 - \text{уровень А.} \end{cases} \quad (6)$$

Превышение уровня Б требует обязательных жестких мер (эвакуации). Если прогнозируемое значение показателя  $R$  лежит между уровнями А и Б, решение принимается по принципам обоснования и оптимизации с учётом конкретной обстановки и местных условий, как это рекомендуется в области радиационной безопасности [4, 5].

Для профессиональных работников опасных объектов, ликвидаторов, спасателей – работников подразделений МЧС России:

$$R_s = 0,12. \quad (7)$$

При возможном превышении этого уровня необходимо либо прекратить работу сотрудника в чрезвычайной зоне, либо принять дополнительные меры комплексной (организационной, технической и медицинской) защиты.

Предлагаемые уровни принятия решений предназначены для предотвращения неприемлемого высокого риска проявления стохастических эффектов, который может быть следствием пребывания человека в чрезвычайной зоне за короткий период времени – до года. При этом высокий уровень опасного воздействия, требующий немедленных защитных мер, может реализоваться и за менее короткое время.

При длительном (хроническом) воздействии вредного фактора на территории, пострадавшей от аварии, рекомендуется установить несколько уровней вмешательства, как это принято в обеспечении безопасности населения после радиационной аварии, см. таблицу.

Эти уровни принятия решений по безопасности сформулированы в рамках общей методики и в терминах универсального показателя риска  $\hat{A}$ . Эти уровни соответствуют рекомендациям по мерам радиационной защиты после ядерной аварии [4, 5].

Уровни принятия решений по недопущению детерминированных эффектов здесь не рассматриваются. В любом случае они специфичны для каждого конкретного источника опасности и эффектов его воздействия.

**Критерии принятия решения по медицинской и социальной защите людей при чрезвычайных ситуациях.** В реальных условиях возникновения чрезвычайной ситуации часть людей (профессионалы и (или) население) может получить значимые или даже высокие «дозы» воздействия с точки зрения риска для их здоровья. Это происходило или может произойти по разным причинам, например, из-за несвоевременных или неполных мер защиты.

Примеры таких ситуаций:

– для территорий Алтайского края, пострадавших от ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, в силу известных причин не было принято никаких мер радиационной защиты [6];

– часть населения на территориях, пострадавших от Чернобыльской аварии, могла получить значимые дозы воздействия ионизирующего излучения из-за несвоевременных мер радиационной защиты в первые дни-недели после начала аварии (эвакуация, пребывание в закрытых помещениях, запрет потребления местных продуктов, в первую очередь, молока).

Ниже изложены концептуальные положения и уровни принятия решений в показателях риска по медицинской и социальной защите для той части профессиональных работников и населения, которые могут получить значимые «дозы» на территориях, пострадавших в чрезвычайной ситуации.

Принципиально важно и необходимо учитывать неспецифичность стохастических эффектов воздействия рассматриваемого вредного фактора (опасные химические вещества, наноматериалы, ионизирующее излучение и др.), модифицирующее действие других факторов риска и возможность компенсации рассматриваемого риска за счет снижения риска от других факторов.

Оценка риска стохастических последствий и принятие решений по медицинской и социальной защите людей на территории, оказавшейся в чрезвычайной ситуации, производится для отдельных групп профессионалов или когорты населения.

Принадлежность любого человека к той или иной когорте определяется:

- полом;
- возрастом в момент воздействия источника опасности;
- местом жительства в момент возникновения чрезвычайной ситуации;
- принадлежностью к городскому или сельскому населению;
- «дозой» воздействия в создавшейся чрезвычайной ситуации.

Для принятия решения по медицинским и (или) социальным мерам в терминах риска воздействия полученных «доз» предлагается установить два уровня:

1. **Уровень значимого риска** – минимально значимое значение риска в когорте.
2. **Уровень высокого риска** – уровень относительно большой вероятности реализации риска в когорте.

Если в рассматриваемой когорте людей в результате воздействия чрезвычайной ситуации значение обусловленного им риска здоровью больше установленного уровня значимого риска, то это воздействие признается значимым, и для этих людей применяется комплекс медицинских (профилактических, диагностических и лечебных) и социальных мероприятий, т. е. уровень значимого риска – уровень риска, начиная с которого ситуация на территории берется под контроль.

Если значение ожидаемого риска превышает уровень высокого риска, то медицинские и социальные меры защиты должны быть расширены и направлены индивидуально – на каждого носителя повышенного риска. Эти уровни должны быть установлены специалистами в области социально-гигиенической защиты.

Для осуществления мер социальной и медицинской защиты людей, оказавшихся в условиях чрезвычайной ситуации, целесообразно сформировать группы повышенного риска из той части людей, для которых ожидаемый риск превышает уровень значимого и тем более высокого риска [7].

На предприятиях атомной отрасли профессиональные работники могли получить относительно высокие дозы в прошлом и, соответственно, могли оказаться носителями повышенного риска из-за недостаточной надежных в прошлом мер радиационной защиты. К такому контингенту также имеет смысл применить подход к принятию решений по мерам социальной и медицинской защиты с выделением групп повышенного риска.

По аналогии с имеющимися предложениями по уровням риска относительно радиационных стохастических эффектов [6] можно предложить следующие уровни риска для любых (в том числе действующих одновременно) факторов:

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

- значение *уровня высокого риска* устанавливается равным 25% от значения риска, обусловленного спонтанными (фоновыми) заболеваниями рассматриваемого конкретного вида.

Осуществление защитных и оздоровительных медицинских мероприятий должно основываться на следующем принципиальном положении: *медицинские мероприятия должны быть направлены на снижение риска в целом, а не только искомого или спонтанного риска (риска смерти и заболевания одного и того же вида; пример: онкологические заболевания, болезни органов кровообращения и дыхания и др.). При таком подходе возрастает эффективность этих мероприятий и снижается абсолютный риск. При этом предотвращенный ущерб здоровью может превысить риск, обусловленный воздействием чрезвычайной ситуации.*

Данное положение вытекает из необходимости и полезности учитывать *неспецифичность* стохастических эффектов воздействия источника опасности, модифицирующее действие других факторов риска и возможность компенсации искомого риска за счет снижения других факторов риска.

Последовательная реализация этого положения в случае воздействия чрезвычайной ситуации может в принципе изменить стратегию защиты здоровья населения в сторону повышения её результативности и эффективности.

Весьма важной и эффективной мерой медицинской и социальной защиты персонала и (или) населения в чрезвычайных ситуациях может быть *обязательное страхование* части медицинских мер, возможного ущерба здоровью (жизни) и других ущербов в случае их реализации [8]. Это может быть особенно эффективным, когда имеют место отсроченные на десятки лет возможные стохастические эффекты воздействия факторов чрезвычайной ситуации. Таковы, например, злокачественные новообразования, обусловленные воздействием вредных химических веществ или ионизирующего излучения.

В подходе к принятию решений по защите населения на основе анализа риска появляются два принципиально важных положения:

- *получивший «дозу» воздействия от источника опасности еще не есть пострадавший* (от стохастических эффектов),

- оценка риска позволяет учитывать тот факт, что большинство случаев онкологических заболеваний радиационной или химической природы реализуются через десятки лет после воздействия в чрезвычайной ситуации; с одной стороны, это предотвращает 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 компенсации, отнесенную к году возникновения чрезвычайной ситуации, так как латентный период рассматриваемых заболеваний составляет от нескольких лет до нескольких десятилетий.

Вопрос о временном экономическом факторе (дисконтировании) уже нельзя игнорировать [8, 9]. Более того, правильный его учёт приводит к очень существенному снижению затрат на компенсацию или защитные меры в пересчёте на момент чрезвычайной ситуации. Все необходимые выплаты по страховому договору могут быть сделаны в специальный социальный или медицинский фонд, из которого будут братья деньги на реальные расходы спустя много лет [8].

Имеет смысл обратить внимание на следующее обстоятельство. Благодаря успехам медицины, летальность раковых заболеваний за последние 15 лет снизилась примерно на 20% [10]. Это серьезное, значимое достижение медицины, что ещё раз подчеркивает эффективность медицинских мер защиты в отношении стохастических эффектов воздействия вредных факторов при правильной организации этих мер на основе оценки и анализа риска. Нужно при этом иметь в виду, что при особом внимательном отношении со стороны медицинских работников к людям из групп риска и своевременной диагностике летальность раковых заболеваний для них будет ниже, чем в среднем для населения России.

Решение о принимаемых мерах безопасности, медицинской и социальной защиты принимается на основе результатов

оценки риска воздействия чрезвычайной ситуации с учетом установленных уровней принятия решений и концептуальных положений. Оценка риска во всех необходимых деталях должна осуществляться с использованием методических рекомендаций, руководств и программных компьютерных комплексов, одобренных правомочным органом (ФМБА России, Роспотребнадзор). Пример такого документа: Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ [11].

## Заключение

Предложены концептуальные положения и уровни принятия решений по обеспечению безопасности, социальной и медицинской защиты человека на основе оценки, анализа и управления риском в разных сферах деятельности человека. Рассматривается принятие решений как в нормальных, так и чрезвычайных (аварийных) условиях действия техногенных и частично природных источников опасности. В основе разрабатываемых предложений лежит единый подход к развитию и использованию современной методологии оценки риска. Сформулированы предложения по универсальным НБ и другим уровням принятия решений по безопасности, социальной и медицинской защите населения и персонала опасных производств, включая подход к установлению уровней приемлемого риска. В целях совершенствования системы социальной защиты и медицинской помощи персоналу опасных производств сформулированы критерии формирования групп повышенного риска по прогнозируемым показателям риска.

Для практической реализации предлагаемой концепции управления техногенным риском необходимы средства оценки риска для контролируемых источников опасности, нормативно-регламентные документы, регулирующие применение оценки и анализа риска в обеспечении комплексной (организационной, технической, медицинской и социальной) защиты людей при нормальных и чрезвычайных условиях.

Следует отметить существенное различие в применении оценки и анализа риска к обеспечению безопасности человека в нормальных и чрезвычайных (аварийных) условиях. Главное назначение оценки и анализа риска в нормальных условиях – разработка и обоснование НБ и других уровней защиты здоровья человека в показателях риска и на их основе – во вторичных показателях, которые могут быть практически измерены и контролируются. Если эти уровни обоснованы и соблюдаются, нет необходимости нагружать местные органы санитарно-гигиенического контроля обязанностью проводить рутинные оценки риска.

При аварийной ситуации оценка и анализ риска должны использоваться как для разработки и обоснования уровней вмешательства в осуществление мер безопасности и социальной и медицинской защиты, так и для поддержки конкретных принимаемых действий по выполнению этих мер безопасности и защиты профессиональных работников и населения. Например, применение оценки и анализа риска в ФЦП «Семипалатинский полигон/Алтай» привело к существенному изменению первоначальной программы конкретных действий: от чисто мер социальной защиты в сторону мер социальной и медицинской защиты с превалированием последней [6].

В любом случае оценка риска здоровью человека должна производиться аттестованными профессиональными коллективами согласно установкам ФМБА России и Роспотребнадзора.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература (п. 6 см. References)

1. Дёмин В.Ф., Романов В.В., Соловьёв В.Ю. Гармонизированный подход к регулированию безопасности в разных областях деятельности человека. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2012; 57 (5): 20–30.
2. Рахманин Ю.А., Дёмин В.Ф., Иванов С.И. Общий подход к оценке, сравнению и нормированию риска здоровью человека от разных источников вреда. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2006; (4): 5–9.

3. Киселёв М.Ф., Шандала Н.К., ред. Рекомендации Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) от 2007 года. Публикация 103 МКРЗ. Пер. с англ. М.: Алана; 2009.
4. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ – 99/2009). М.; 2009.
5. Авалиани С.Л., Безпалько Л.Е., Бобкова Т.Е., Мишина А.Л. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России. *Гигиена и санитария*. 2013; 92 (1): 33–5.
7. Соловьёв В.Ю. Концепция выделения групп повышенного риска среди персонала производств с опасными условиями труда. *Анализ риска здоровью*. 2013; (3): 27–33.
8. Дёмин В.Ф. Об использовании анализа риска для оценки вреда здоровью персонала и населения и принятия решения по страхованию и компенсации ущерба. В кн.: Семинар по практике страхования ядерного и радиационного рисков. М.: Госатомнадзор РФ; 2001: 11–9.
9. Легасов В.А., Дёмин В.Ф., Шевелёв Я.В. Дисконтирование и компромисс между поколениями. *Проблемы анализа риска*. 2005; 2 (2): 141–6.
10. Каприн А.Д., Старинский В.В., ред. *Злокачественные новообразования в России. Обзор статистической информации за 1993–2013 гг.* М.: МНИОИ им. П.А. Герцена; 2015.
11. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека. М.; 2004.

## References

1. Demin V.F., Romanov V.V., Solov'ev V.Yu. A harmonized approach to safety regulation in the various areas of human activity. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*. 2012; 57 (5): 20–30. (in Russian)
2. Rakhmanin Yu.A., Demin V.F., Ivanov S.I. Common approach to evaluation, comparison and standardization of health risk from different sources of harm. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2006; (4): 5–9. (in Russian)
3. ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP*. 2007; 37 (2–4).
4. SanPin 2.6.1.2523-09. Standards of radiation safety (NRB – 99/2009). Moscow; 2009. (in Russian)
5. Avaliani S.L., Bezpal'ko L.E., Bobkova T.E., Mishina A.L. Perspective directions of developing risk analysis methodology in Russia. *Gigiya i sanitariya*. 2013; 92 (1): 33–5. (in Russian)
7. 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 Proceedings of the IAEA Symposium on Environmental Impact of Radioactive Releases*. Vienna, Austria; 1995: 435–47.
8. Solov'ev V.Yu. The concept of allocation of high-risk groups among facilities' personnel with hazardous working conditions. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (3): 27–33. (in Russian)
9. Demin V.F. On use of risk analysis to assess the damage to personnel and the population and the decision on insurance and compensation for damage. In: *Seminar "On the Practice of Insurance of Nuclear and Radiation Risk"* [Seminar po praktike strakhovaniya yadernogo i radiatsionnogo riskov]. Moscow: Gosatomnadzor of Russia; 2001: 11–9. (in Russian)
10. Legasov V.A., Demin V.F., Shevelev Ya.V. Discounting and compromise between the generations. *Problemy analiza riska*. 2005; 2 (2): 141–6. (in Russian)
11. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., eds. *Malignancies in Russia. Review of Statistical Information for 1993–2013 Years [Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii. Obzor statisticheskoy informatsii za 1993–2013 gg.]*. Moscow: MNIIOI im. P.A. Gertsena; 2015. (in Russian)
12. R 2.1.10.1920-04. 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. Moscow; 2004. (in Russian)