

УДК 539.1

## ОЦЕНКА И АНАЛИЗ РАДИАЦИОННОГО РИСКА В СРАВНЕНИИ С ДРУГИМИ ФАКТОРАМИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НАСЕЛЕНИЕ (НА ПРИМЕРЕ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

© 2010 В. В. Козлова

Ульяновский государственный технический университет

Поступила в редакцию 14.12.2010

В работе приведен сравнительный анализ радиационного риска для населения, проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами и рисков смертельных исходов в различных сферах деятельности человека. На примере Ульяновской области показано, что химическое загрязнение окружающей среды на несколько порядков опаснее воздействия факторов радиационной природы. Приведенные значения радиационных рисков рассчитаны по результатам проведенных натуральных исследований.

Ключевые слова: радиационный риск, население, загрязнение окружающей среды

Проблема здоровья населения Ульяновской области приобрела острый характер, так как последние 12 лет показатели смертности и заболеваемости населения резко ухудшились. “Неощутимое присутствие” радиации в среде вызывает множество споров о причинности изменений состояния здоровья человека.

Актуальность изучения проблемы радиационной безопасности для Ульяновской области определяется следующими факторами:

1. Расположение в пригородной зоне г. Дмитровграда объекта атомной энергетики ОАО “Научно-исследовательский институт атомных реакторов” (“НИИАР”) [1, 3, 4].

2. Южный склон Соловьева оврага (центральная часть г. Ульяновска), загрязненный долгоживущим радионуклидом  $^{226}\text{Ra}$  и его дочерними продуктами распада в результате неконтролируемого обращения с источниками ионизирующего излучения на производстве [3, 4].

3. Радиационные последствия загрязнения территории Ульяновской области в результате аварии на Чернобыльской АЭС, где общая площадь территории, загрязненной  $^{137}\text{Cs}$  более 1 Ки/км<sup>2</sup>, составляет 110 тыс. га (Карсунский, Инзенский и Вешкаймский районы) [2, 4].

Анализ накопленных данных показывает, что в целом восприятие радиационных аварий и объектов атомной энергетики обществом не адекватны масштабу их реальных радиологических последствий. Например, для участников ликвидации последствий аварии 1986–1987 гг. и наиболее чувствительной части населения (дети и подростки) на момент аварии число раковых

заболеваний, отнесенных к радиогенным, составляет не более 30 %.

Уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Ульяновской области, проживающего на территориях повышенного радиационного риска, и доля заболеваний, обусловленная радиационным воздействием на организм, показаны в табл. 1. Данные по общей заболеваемости приняты в соответствии с медико-экологическим атласом Ульяновской области, а радиационные риски рассчитаны по результатам проведенных натуральных исследований [1–4].

Число случаев злокачественных заболеваний населения в результате воздействия фактора радиационной природы рассчитано путем оценки радиационного риска возникновения стохастических (вероятностных) последствий при проживании на территориях, загрязненных радионуклидами. Общая заболеваемость злокачественными новообразованиями населения Инзенского и Вешкаймского районов соответствует среднестатистическим показаниям по России. Повышенная заболеваемость выявлена в городах Дмитровграде и Ульяновске, однако здесь отмечено максимальное по области загрязнение атмосферного воздуха, что является одним из приоритетных факторов риска заболеваемости населения.

Результаты проведенных радиационно-экологических исследований территории Ульяновской области подтвердили, что доля новообразований, имеющих радиационную природу, как указывалось выше, не превышает 30 %, даже с учетом самых неблагоприятных условий, принятых в расчетах.

Таким образом, причиной возникновения раковых заболеваний в большей степени явля-

Козлова Вита Вячеславовна, старший преподаватель кафедры “Безопасность жизнедеятельности и промышленная экология”. Email: kwita@yandex.ru

**Таблица 1.** Средние показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Ульяновской области за период 1999-2008 гг.

№ пп	Участки повышенного радиационного риска	оценка заболеваемости (число случаев на 1000 населения)	
		в результате воздействия радиационного фактора	общая
1	ОАО «НИИАР»	0,12 (0,7 - 1,2 %)	10 - 17
2	г. Ульяновск	0,623 (3,7 - 6,2 %)	10 - 17
3	Карсунский район	0,7 (7,8 - 17,5 %)	4 - 9
4	Инзенский район		2 - 3,9
5	Вешкаймский район		2 - 3,9

ется не радиационный фактор, а ухудшение химических показателей состояния объектов окружающей среды. Среди рисков для здоровья населения радиационные риски от использования атомной энергетики в сотни раз ниже рисков, связанных с химическим загрязнением окружающей среды.

Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ) широко использует понятие риска от радиационного воздействия. Важнейшая особенность подхода к его оценке заключается в том, что радиационный риск следует рассматривать в свете других рисков.

В действующих нормах радиационной безопасности НРБ-99/09 предложено следующее определение радиационного риска: **радиационный риск** – вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения.

Рассчитан уровень радиационного риска для населения, который при проживании в критическом районе зоны наблюдения ОАО «НИИАР» составляет  $1,7 \cdot 10^{-5}$  год<sup>-1</sup>, что в несколько раз ниже предела индивидуального пожизненного риска установленного НРБ-99 ( $5,0 \cdot 10^{-5}$  год<sup>-1</sup>) [1, 3, 4]; на территории Соловьева оврага (г. Ульяновск) радиационный риск составляет  $8,9 \cdot 10^{-5}$  год<sup>-1</sup> и превышает предельное нормативное значение в

2 раза [3, 4]; для населения районов, подвергшихся радиоактивным выпадениям после аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), риск возникновения стохастических последствий составляет  $6,7 \cdot 10^{-5}$  год<sup>-1</sup>, что в 1,34 раза выше нормативного, но ежегодно снижается по экспоненциальной зависимости [2-4].

Радиационный риск, рассчитанный для населения, проживающего в Ульяновской области, соизмерим с риском смерти от выбросов ТЭЦ, при естественных воздействиях среды обитания и на порядок ниже добровольного риска смерти от курения и несчастных случаев [5]. При этом далеко не все стохастические последствия вызывают смерть и излечимы на ранних стадиях обнаружения. Некоторые виды новообразований имеют длительный латентный период и не успевают отразиться на длительности жизни человека в силу его возраста или наступления других причин, повлекших за собой гибель. Значения уровней рисков приведены в табл. 2.

Как отмечалось выше, риск смертельного исхода вследствие значительного химического загрязнения окружающей среды, в частности атмосферного воздуха, на 2 порядка выше, чем риск возникновения стохастических последствий, обусловленных воздействием радиационного фактора. Сравнение рисков, связанных с теоре-

**Таблица 2.** Риск смертельных исходов при воздействии различных факторов

№ п/п	Вид событий	Риск, год <sup>-1</sup>
1	Выхлопные газы автомобилей	$(1-5) \cdot 10^{-6}$
2	Медицинские процедуры, связанные с облучением	$5 \cdot 10^{-6}$
3	Катастрофы в искусственной среде обитания	$10^{-6}-10^{-5}$
4	Выбросы ТЭС	$4 \cdot 10^{-6}-2 \cdot 10^{-5}$
5	Катастрофы в естественной среде обитания	$1 \cdot 10^{-5}$
6	Курение	$5 \cdot 10^{-4}$
7	Проживание в критическом районе зоны воздействия ОАО «Научно-исследовательский институт атомных реакторов»	$1,7 \cdot 10^{-5}$
8	Проживание в районах Ульяновской области, пострадавших от ЧАЭС (2006 г.)	$6,7 \cdot 10^{-5}$
9	Зона отселения ЧАЭС (загрязненные районы Украины, Белоруссии)	$8 \cdot 10^{-5}$
10	Проживание на территории расположения Соловьева оврага	$8,9 \cdot 10^{-5}$
11	Сильное химическое загрязнение воздушной среды	$10^{-4} ? 10^{-3}$
12	Несчастные случаи (мужчины)	$3,6 \cdot 10^{-3}$

**Таблица 3.** Значения пожизненного канцерогенных рисков от воздействия химических веществ при их поступлении на уровне ПДК

Вещество	Риск	Вещество	Риск
Мышьяк	$1,3 \cdot 10^{-2}$	Бензол	$2,9 \cdot 10^{-3}$
Кадмий	$5,5 \cdot 10^{-4}$	1,2 дихлорэтан	$2,6 \cdot 10^{-2}$
Хром (IV)	$2,2 \cdot 10^{-1}$	Никель	$2,6 \cdot 10^{-4}$
Эпихлоргидрин	$4,6 \cdot 10^{-3}$	Гексахлоран	$1,5 \cdot 10^{-2}$
1-3 бутадиен	$2,8 \cdot 10^{-1}$	Хлороформ	$6,9 \cdot 10^{-4}$

**Таблица 4.** Классификация уровней риска

Уровень риска	Индивидуальный пожизненный риск, год <sup>-1</sup>
<i>Высокий</i> – неприемлем для производственных условий и населения. Необходимо осуществлять мероприятия по устранению и снижению риска	больше $10^{-3}$
<i>Средний</i> – допустим для производственных условий; при воздействии на все население необходимы оперативный контроль и углубленное изучение источников и возможных последствий неблагоприятных воздействий для решения вопроса о мерах по управлению риском	$10^{-3} \dots 10^{-4}$
<i>Низкий</i> – допустимый риск (уровень, на котором устанавливаются гигиенические нормативы для населения)	$10^{-4} \dots 10^{-6}$
<i>Минимальный</i> – желательная (целевая) величина риска при проведении оздоровительных и природоохранных мероприятий	менее $10^{-6}$
<i>Предел индивидуального пожизненного риска</i> для населения от техногенных источников, согласно НРБ-99	$5 \cdot 10^{-5}$
<i>Уровень пренебрежимого риска</i> , разделяющий область оптимизации риска и область безусловно приемлемого риска	$10^{-6}$

**Примечание:** предела индивидуального пожизненного радиационного риска установленного нормами радиационной безопасности НРБ-99/09, то есть при условии не превышения годовой дозовой нагрузки на население 1 мЗв/год, составляет  $5,0 \cdot 10^{-5}$  год<sup>-1</sup>

тически одинаковой вредностью – на уровне ПДК, показывает, что многие обладающие канцерогенным эффектом химические загрязняющие вещества приводят к рискам на порядок и более высоким, чем риски, связанные с хроническим облучением населения на уровне 1 мЗв в год, что показано в табл. 3 [5].

Из таблицы видно, что канцерогенные риски, соответствующие поступлению вредных химических веществ на уровне принятых в России ПДК, достигают достаточно высоких значений. Результаты оценки рисков, связанных с химическим загрязнением населенных пунктов Самарской области, полученные специалистами Центра риска, указывают на серьезную неблагоприятную обстановку в области защиты здоровья населения от химических вредных веществ. Так, суммарный индивидуальный канцерогенный риск в Куйбышевском районе г. Самары составляет  $2,8 \cdot 10^{-3}$ , в Новокуйбышевске –  $8,4 \cdot 10^{-3}$ . Это в 28-8400 раз превышает уровень приемлемого индивидуального риска принятого в ряде стран на уровне  $10^{-4}$  –  $10^{-6}$  [5].

Для анализа в таблице 4 приведена классификация уровней риска для производственных условий и населения по данным ООН и НРБ-

99/09. В НРБ-99/09 установлен уровень пренебрежимого риска ( $1 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>), который разделяет область оптимизации риска и область безусловно приемлемого риска.

Таким образом, территория Ульяновской области по воздействию на население фактора радиационной природы, входит в область оптимизации риска (более  $10^{-6}$  год<sup>-1</sup>). Уровень риска, согласно табл. 4, соответствует **низкому (допустимому)**.

Результаты исследований по оценке и сравнительному анализу рисков воздействия различных факторов окружающей среды на здоровье населения позволяет установить приоритетные экологические проблемы и выбрать эффективную природоохранную политику. Приведенные оценки радиационных и химических рисков для здоровья населения, проживающего в районах расположения предприятий ядерно-топливного цикла, показали, что техногенная радиация оказывает на здоровье населения существенно меньше влияния, нежели химические факторы окружающей среды. Природоохранные мероприятия, в первую очередь, должны быть направлены на улучшение качества атмосферного воздуха.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобзарь И.Г., Козлова В.В. Анализ радиационной обстановки на территории расположения объектов атомной промышленности (на примере г. Дмитровграда) // Известия Самарского научного центра РАН. Специальный выпуск "ELPIT 2005". 2006. С. 82–87.
2. Кобзарь И.Г., Козлова В.В. Оценка радиационно-экологической обстановки на территории Ульяновской области, пострадавшей в результате аварии на ЧАЭС. Сборник трудов первого международного экологического конгресса (третьей международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2007, 20"23 сентября 2007 г., г. Тольятти, Россия. Т.1. " С. 268"273.
3. Кобзарь И.Г., Козлова В.В. Мониторинг и оценка радиационно-экологической обстановки на территории Ульяновской области // Известия Самарского научного центра РАН. Специальный выпуск "ELPIT 2007", серия "Экология". 2007. С. 85"93.
4. Кобзарь И.Г., Козлова В.В. Оценка внутреннего и внешнего облучения населения Ульяновской области // Безопасность жизнедеятельности. 2008. № 2. С. 16"19.
5. Официальный сайт ИБРАЭ РАН. Системные исследования экологических рисков. URL: <http://www.ibrae.ac.ru/content/view/21/59/> (дата обращения 25.07.2010)

**ESTIMATION AND THE ANALYSIS OF RADIATING RISK IN COMPARISON  
WITH OTHER FACTORS OF INFLUENCE ON THE POPULATION  
(ON AN EXAMPLE OF THE ULYANOVSK REGION)**

© 2010 V.V. Kozlova

Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk

The comparative analysis of radiating risk for the population living in radioactive polluted territories and risks to death in various kinds of the person's activity is shown. On an example of the Ulyanovsk region it is considered that chemical environment's pollution is more dangerous than influence of radioactive factors. The radiating risk's values are calculated by results of the spent natural researches.

Keywords: radiation risk, population, environmental pollution