

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛИКВИДАТОРОВ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ¹

Тихомиров Николай Петрович

доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой математических методов в экономике РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: nik.tikhomirov.46@mail.ru

Ильясов Дамир Фатович

ассистент кафедры математических методов в экономике РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: dilyasov90@gmail.com

В статье обсуждаются проблемы оценки эффективности затрат на медицинское обслуживание ликвидаторов крупных радиационных аварий и лиц, получивших эквивалентную дозу свыше 100 мЗв острого облучения. Авторами разработана методика оценки дозовых границ целесообразного применения данной защитной меры в зависимости от величины среднелюдиных затрат, выделяемых на ежегодную диспансеризацию и диагностику онкологических заболеваний. На основании данной методики доказана эффективность повышения качества медицинского обслуживания участников ликвидации последствий крупных радиационных аварий, проживающих на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: радиационный риск, доза облучения, затраты, эффективность, ликвидаторы радиационных аварий, диагностика, онкологические заболевания.

ASSESSING THE EFFICIENCY OF ENHANCING THE QUALITY OF MEDICAL CARE FOR RADIOACTIVE ACCIDENTS LIQUIDATORS

Tikhomirov, Nikolai P.

Doctor of Economics, Professor, Head of the Department for Mathematical Methods in Economics of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.

E-mail: kafedra_mme@mail.ru

¹ Статья подготовлена по материалам исследования, проведенного при финансовой поддержке РГНФ, проект № 15-02-00412а.

Dilyasov, Damir F.

Assistant Lecturer of the Department for Mathematical Methods in Economics of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.

E-mail: dilyasov90@gmail.com

In article discusses problems connected with assessing the efficiency of expenditure on medical care for liquidators of large radioactive accidents and persons who got the equivalent dose exceeding 100 mSv of sharp radiation. The authors developed methodology for assessing the dose borders of using this protective measure depending on the amount of per head expenses allocated for annual checking and diagnosing of cancer diseases. With the help of this methodology the authors prove the efficiency of enhancing the quality of medical care for participants of large radioactive accidents living on the territory of the Russian Federation.

Keywords: radioactive risk, dose of radiation, expenditure, efficiency, liquidators of radioactive accidents, diagnosing, cancer diseases.

Строительство новых атомных промышленных объектов, рост масштабов добычи и транспортировки радиоактивных материалов и их использования в народном хозяйстве объективно способствуют увеличению вероятности возникновения инцидентов, связанных с незапланированной утечкой радиации. При этом для устранения последствий наиболее крупных аварий требуются значительные людские ресурсы. Например, при ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС за период с 1986 по 1990 г. было задействовано около 525 тыс. человек. Многие из них работали в 30-километровой зоне в непосредственной близости с источниками излучения и в совокупности получили дозы острого облучения свыше 100 мЗв [2].

Согласно результатам крупных радиационно-эпидемиологических исследований облучение в эквивалентной дозе свыше 100–200 мЗв (или в поглощенной дозе свыше 100–200 мГр) может привести к статистически значимому росту онкологической заболеваемости у контингента облученных в будущем [9].

Существование подобного рода рисков обуславливает необходимость разработки специальных мер по их снижению, которые должны быть положены в основу государственной политики по обеспечению

социальных гарантий в сфере защиты здоровья.

Согласно Закону РФ от 15 мая 1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» (в редакции от 22 декабря 2014 г.), участникам ликвидации ее последствий предоставляются социальные льготы (например, бесплатный проезд на общественном транспорте, дополнительный оплачиваемый отпуск и многие другие) и компенсационные выплаты, которые, однако, нельзя отнести к мероприятиям, снижающим радиационные риски.

На наш взгляд, из всего перечня мер по социальной защите ликвидаторов наиболее эффективными с точки зрения снижения рисков причинения ущерба здоровью являются обязательная ежегодная диспансеризация и диагностика онкологических заболеваний. Эти меры позволяют значительно сократить смертность от онкологических заболеваний среди облученных, так как вероятность их излечения существенно зависит от стадии обнаружения болезни.

Согласно данным Российского онкологического научного центра имени Н. Н. Блохина, по усредненной по всем видам злокачественных новообразований (ЗНО) информации среди онкологических

больных, прошедших специальное лечение, на первой стадии заболевания излечивается 97%, на второй – 75%, на третьей – 30%, четвертая стадия практически неизлечима [4].

Вместе с тем ежегодная диагностика онкологических заболеваний ликвидаторов как мера вмешательства должна быть экономически обоснованной. Согласно рекомендациям Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ), меру вмешательства можно считать экономически обоснованной, если положительный эффект (в стоимостном эквиваленте) для облученных (Q^+) превышает затраты на ее реализацию (Q^-) [8]:

$$Q^+(D) - Q^-(D) \geq 0, \quad (1)$$

принимая во внимание, что эффекты и затраты зависят от дозы облучения (D). С учетом этого экономическая обоснованность каждой меры может существовать в определенных границах доз, определение которых представляет собой важную задачу.

Экономический эффект от улучшения качества медицинского обслуживания возникает в результате снижения среди облученных коэффициента смертности от онкологических заболеваний, преимущественно от несмертельных видов (под несмертельными видами ЗНО подразумеваются те локализации, коэффициент излечиваемости которых свыше 50%: все виды раковых заболеваний, кроме рака легкого, пищевода, печени, желудка, желчного пузыря и поджелудочной железы). В пересчете на одного индивидуума этот эффект можно оценить на основе следующего выражения:

$$Q^+ = \lambda \cdot \Delta LLE_{1Зв}(Z) \cdot D, \quad (2)$$

где λ – стоимостный эквивалент потери 1 чел.-года жизни населения (руб./чел.-лет);

$\Delta LLE_{1Зв}(Z)$ – снижение ожидаемой потери чел.-лет жизни на 1 чел.-Зв облучения при увеличении ежегодных среднедуше-

вых затрат на медицинское обслуживание (диагностику) с Z_0 до Z (чел.-лет/чел.-Зв);

D – фактическая доза облучения индивидуума (Зв).

На наш взгляд, показатель $\Delta LLE_{1Зв}(Z)$ можно оценить следующим образом:

$$\Delta LLE_{1Зв}(Z) = \left(1 - \frac{K(Z)}{K(Z_0)}\right) \cdot LLE_{1Зв}^{\text{несмерт}}, \quad (3)$$

где $K(Z)$ – коэффициент летальности от несмертельных видов раковых заболеваний при ежегодных среднедушевых затратах на диагностику онкологических заболеваний, равных Z ;

$LLE_{1Зв}^{\text{несмерт}}$ – ожидаемая потеря чел.-лет жизни индивидуума от несмертельных видов ЗНО на 1 Зв облучения;

Z_0 – уровень среднедушевых затрат на диагностику онкологических заболеваний по стране для всех групп лиц (руб./год).

Коэффициент летальности от несмертельных видов ЗНО представим как функцию от затрат на диагностику следующего вида:

$$K(Z) = \frac{1}{\beta \cdot Z + 1}, \quad (4)$$

где β – параметр.

Выражение (4) учитывает основные закономерности взаимосвязей в паре K и Z , характеризующиеся отношениями $K = 1$ при $Z = 0$ и $K \rightarrow 0$ при $Z \rightarrow \infty$. При этом эффективность увеличения расходов на диагностику с ростом Z снижается.

Эффект Q^- достигается за счет увеличения ежегодных среднедушевых затрат на медицинское обслуживание (диагностику), которые можно разделить на две составляющие:

$$Q^- = C_1 + C_2, \quad (5)$$

где C_1 – совокупное увеличение затрат на диагностику онкологических заболеваний ликвидаторов за период с момента облучения до ожидаемого проявления онкологического заболевания, который согласно исследованиям когорты выживших после

атомной бомбардировки в Хиросиме и Нагасаки в среднем примерно равен 20 годам:

$$C_1 = (Z - Z_0) \cdot \sum_{t=1}^{20} (1+d)^{-t}, \quad (6)$$

где d – коэффициент дисконтирования затрат, характеризующий снижение их стоимости в связи с удешевлением технологий со временем;

C_2 – совокупное увеличение среднедушевых затрат на диагностику онкологических заболеваний ликвидаторов, принятых с учетом снизившегося в первые 20 лет уровня смертности среди облученных, за последующие годы жизни:

$$C_2 = (Z \cdot (1 - K(Z)) - Z_0 \cdot (1 - K(Z_0))) \cdot \sum_{t=21}^{40} (1+d)^{-2t}. \quad (7)$$

В выражении (7) учтены эффекты снижения ценности лет жизни индивидуума и стоимости диагностики со временем в предположении, что характеризующие эти эффекты дисконты равны между собой.

Подставив выражения для выгод и затрат для диагностики в выражение (1), получим, что затраты на проведение ежегодной диагностики онкозаболеваний среди облученных будут экономически обоснованными, если фактическая накопленная доза облучения индивидуума удовлетворяет следующему соотношению:

$$D \geq \frac{(C_1 + C_2) \cdot (\beta \cdot Z + 1)}{\lambda \cdot \beta \cdot (Z - Z_0) \cdot LLE_{13\text{Зв}}^{\text{несмерт}}}. \quad (8)$$

С использованием рассмотренного подхода оценим экономическую эффективность ежегодной диагностики онкологических заболеваний ликвидаторов как меры вмешательства и значения дозовых границ приемлемости меры на основе статистических данных по России.

Согласно данным Министерства здравоохранения и социального развития РФ, ежегодные среднедушевые затраты на оказание высокотехнологичной помощи (в том числе диагностики онкологических заболеваний) в России в 2013 г. составляли приблизительно 500 рублей на человека (15,7 долларов) [7]. При этом, по данным

Московского научно-исследовательского онкологического института имени П. А. Герцена, коэффициент летальности среди несмертельных видов раковых заболеваний в России равен 0,47 среди мужчин и 0,4 среди женщин [1].

Подставляя в выражение (4) значения $Z_0 = 500$ руб. и $K(Z_0) = 0,47$ для мужчин и $K(Z_0) = 0,4$ для женщин, получим коэффициент $\beta = 0,0023$ руб.⁻¹ для мужчин и $\beta = 0,003$ руб.⁻¹ для женщин.

Ожидаемые потери чел.-лет жизни среднестатистических мужчины и женщины, проживающих в России, на 1 чел.-Зв облучения, рассчитанные только для несмертельных видов раковых заболеваний, равны 0,488 и 0,852 чел.-лет./чел.-Зв соответственно.

Стоимостный эквивалент потери 1 чел.-года жизни населения принят равным одному среднедушевому национальному доходу в России, который, по данным World Bank, в 2013 г. приблизительно был равен 23 тыс. долларов (по среднегодовому курсу 31,9 руб./долл. – приблизительно 733 тыс. рублей) [10].

С учетом этих данных на основе выражения (8) для коэффициента дисконтирования затрат $d = 0,03$ год⁻¹ рассчитаны критерии обоснованности повышения затрат на медицинское обслуживание облученных индивидуумов.

Полученные результаты представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1
Критерии эффективности повышения затрат на медицинское обслуживание мужчин-ликвидаторов в России

Повышение среднедушевых ежегодных затрат на диагностику онкологических заболеваний до значений	Эффективно при средней острой индивидуальной дозе свыше (мЗв)
62,7 долл. (2 000 руб.)	120
78,4 долл. (2 500 руб.)	160
94 долл. (3 000 руб.)	175

109,7 долл. (3 500 руб.)	200
--------------------------	-----

Т а б л и ц а 2

Критерии эффективности повышения затрат на медицинское обслуживание женщин-ликвидаторов в России

Повышение среднедушевых ежегодных затрат на диагностику онкологических заболеваний до значений	Эффективно при средней острой индивидуальной дозы свыше (мЗв)
62,7 долл. (2 000 руб.)	90
78,4 долл. (2 500 руб.)	110
94 долл. (3 000 руб.)	130
109,7 долл. (3 500 руб.)	150

Результаты, представленные в табл. 1 и 2, свидетельствуют об эффективности повышения ежегодных затрат на диспансеризацию и диагностику онкологических заболеваний среди ликвидаторов, получивших острую дозу эквивалентного облучения в диапазоне от 100 мЗв и выше. На-

пример, при облучении группы мужчин-ликвидаторов со средней индивидуальной острой дозой свыше 175 мЗв экономически обоснованным является повышение ежегодных среднедушевых затрат в этой группе на диагностику онкологических заболеваний до 94 долларов (3 000 рублей). Согласно данным электронного ресурса [3], этих средств достаточно для прохождения облученными процедур по диагностике онкологических заболеваний в России 1-2 раза в год. При этом согласно выражению (4) ожидаемое значение коэффициента летальности от несмертельных видов раковых заболеваний сократится до 0,1. Для женщин-ликвидаторов, доля которых, например, при ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС составляла приблизительно 3,5%, повышение затрат на медицинское обслуживание является еще более эффективной мерой. Аналогичное с мужчинами повышение ежегодных среднедушевых затрат на медицинское обслуживание женщин обосновывается при дозах в среднем на 35% меньших, чем у мужчин.

Список литературы

1. Злокачественные новообразования в России в 2012 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, Г. В. Петровой. – М. : ФГБУ «МНИОИ им. П. А. Герцена» Минздрава России, 2014.
2. Иванов В. К. Ликвидаторы. Радиологические последствия Чернобыля. – М. : Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли, 2010.
3. Онкологический информационный ресурс. Цены на лечение рака по городам России. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.onkologiya-info.ru/> (дата обращения: 20.05.2014).
4. Онкологический центр Н. Н. Блохина. Лечение и диагностика онкологических заболеваний [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ondoctor.ru> (дата обращения: 01.02.2013).
5. Тихомирова Т. М. Критический анализ методологии оценки и нормирования радиационной безопасности // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2012. – № 6 (48). – С. 94–106.
6. Тихомирова Т. М., Гордеева В. И. Дифференцированный подход к оценке уровня смертности от злокачественных новообразований // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2013. – № 7 (61). – С. 81–92.
7. Фарахов А. З. Основные подходы и особенности оказания гражданам Российской Федерации высокотехнологичной медицинской помощи в 2014 году [Электронный ресурс]. – URL: http://www.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/012/091/original/3-Slajdy_dlya_A.Z._Farrahova.ppt?1389714984 (дата обращения: 20.05.2014).

8. ICRP Publication 103. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP. – Oxford : Elsevier, 2007.

9. Ozasa K., Shimizu Y., Suyama A., etc. Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors, Report 14, 1950–2003: An Overview of Cancer and Noncancer Diseases // Radiation Research. – Tokyo : Radiation Research Society, 2011. – P. 229–243.

10. The World Bank. Global Consumption Database. Russian Federation. – URL: <http://datatopics.worldbank.org/consumption/country/Russian-Federation> (accessed 01.02.2015).

References

1. Zlokachestvennyye novoobrazovaniya v Rossii v 2012 godu (zabolevaemost' i smertnost') [Malignant Neoplasms in Russia in 2012 (Morbidity and Mortality)], edited by A. D. Kaprin, V. V. Starinskiy, G. V. Petrova. Moscow, Research Institution named after P. A. Hertsen under the Ministry of Public Health of Russia, 2014. (In Russ.).

2. Ivanov V. K. Likvidatory. Radiologicheskie posledstviya Chernobylya [Liquidators. Radiological Consequences of Chernobyl]. Moscow, Tsentr sodeystviya sotsial'no-ekologicheskim initsiativam atomnoy otrasli [Center for Promotion of Social and Environmental Initiatives of Nuclear Industry], 2010. (In Russ.).

3. Onkologicheskiy informatsionnyy resurs. Tseny na lechenie raka po gorodam Rossii [Cancer Information Resource. Prices for Cancer Treatment in Cities of Russia], [e-resource]. (In Russ.). Available at: <http://www.onkologiya-info.ru/> (accessed 20.05.2014).

4. Onkologicheskiy tsentr N. N. Blokhina. Lechenie i diagnostika onkologicheskikh zabolevaniy [Cancer Center of N. N. Blokhin. Treatment and Diagnosis of Cancer], [e-resource]. (In Russ.). Available at: <http://www.ondoctor.ru> (accessed 01.02.2013).

5. Tikhomirova T. M. Kriticheskiy analiz metodologii otsenki i normirovaniya radiatsionnoy bezopasnosti [Critical Analysis of Methodology for Assessing and Standardizing Radioactive Safety]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2012, No. 6 (48), pp. 94–106. (In Russ.).

6. Tikhomirova T. M., Gordeeva V. I. Differentsirovanny podkhod k otsenke urovnya smertnosti ot zlokachestvennykh novoobrazovaniy [Differentiated Approach to Assessing the Death Rate of Cancer Forms]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2013, No. 7 (61), pp. 81–92. (In Russ.).

7. Farakhov A. Z. Osnovnye podkhody i osobennosti okazaniya grazhdanam Rossiyskoy Federatsii vysokotekhnologichnoy meditsinskoy pomoshchi v 2014 godu [Basic Approaches of Providing of Citizens of the Russian Federation of High-Tech Medical Care in 2014], [e-resource]. (In Russ.). Available at: http://www.rosminzdrav.ru/system/attachments/attach/000/012/091/original/3-Slajdy_dlya_A.Z._Farrahova.ppt?1389714984 (accessed 20.05.2014).

8. ICRP Publication 103. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP. Oxford, Elsevier, 2007.

9. Ozasa K., Shimizu Y., Suyama A., etc. Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors, Report 14, 1950–2003: An Overview of Cancer and Noncancer Diseases. *Radiation Research*. Tokyo, Radiation Research Society, 2011, pp. 229–243.

10. The World Bank. Global Consumption Database. Russian Federation. Available at: <http://datatopics.worldbank.org/consumption/country/Russian-Federation> (accessed 01.02.2015).