

И.Ю. Олтян¹, А.А. Сытник², В.Ю. Востоков¹
(¹ВНИИ ГОЧС (ФЦ), ²выпускник "МАТИ" – РГТУ им. К.Э. Циолковского;
e-mail: irenaoltyan@mail.ru)

О СООТНОШЕНИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЭКВИВАЛЕНТОВ САНИТАРНЫХ И БЕЗВОЗВРАТНЫХ ПОТЕРЬ

Предложены формулы расчёта соотношений экономических эквивалентов санитарных и безвозвратных потерь в результате опасных событий техногенного характера.

Ключевые слова: опасные события техногенного характера, санитарные и безвозвратные потери, экономический эквивалент.

I.Yu. Oltyan, A.A. Sytnik, V.Yu. Vostokov
**ABOUT RELATION THE ECONOMIC EQUIVALENT
OF HEALTH AND IRRECOVERABLE LOSS**

Formulas for calculating relation the economic equivalent of health and irrecoverable loss as a result dangerous events of technosphere character are proposed

Key words: dangerous events of technosphere character, health and irrecoverable loss, economic equivalent.

По мере создания на всех уровнях государственной власти системы центров поддержки принятия решений актуальность формирования научно-методического аппарата по оперативной оценке риска и эффективности мероприятий по его снижению только возрастает. Одна из ключевых проблем формирования указанного научно-методического аппарата связана с приведением количественных показателей человеческих потерь и материального ущерба в результате опасных событий техногенного характера к одной системе единиц измерения. Данная проблема может быть разделена на две задачи:

- определение экономического эквивалента материальных потерь вследствие гибели человека;
- определение соотношений экономических эквивалентов санитарных и безвозвратных потерь.

Решению первой из указанных задач была посвящена работа [1]. Целью данной работы была выработка обоснованных предложений по количественным значениям соотношений экономических эквивалентов санитарных и безвозвратных потерь.

Соотношения экономических эквивалентов

В работе [1] гибель и травмы людей в обобщенных затратах и/или издержках учитывалась через приведённые людские потери (N^*):

$$N^* = N_{\Pi} + \alpha \cdot N_{T}, \quad (1)$$

где N_{Π} , N_{T} – число безвозвратных и санитарных потерь;

α – соотношение экономических эквивалентов санитарных и безвозвратных потерь.

Безразмерный коэффициент α , используемый в формуле (1), по сути, представляет собой средневзвешенную величину соотношений экономических эквивалентов санитарных потерь i -й категории тяжести и гибели человека (α_i):

$$\alpha = \sum_i \alpha_i \cdot n_i, \quad (2)$$

где n_i – доля санитарных потерь, относящихся к i -й категории тяжести, в общем числе санитарных потерь, а суммирование ведётся по всем категориям тяжести ("по всем i ").

Учитывая то, что, в принципе, не существует единого разделения санитарных потерь по категориям тяжести, для дальнейшей работы была выбрана **классификация санитарных потерь**, состоящая из трёх категорий тяжести, сформированных по отношению к утрате трудоспособности:

$i = 1$ – повреждения без утраты трудоспособности;

$i = 2$ – повреждения, вызвавшие временную утрату трудоспособности;

$i = 3$ – повреждения, приведшие к стойкой утрате трудоспособности (инвалидности).

Такой выбор был обусловлен двумя соображениями. Во-первых, такая классификация санитарных потерь соответствует устоявшемуся в современной отечественной травматологии разделению повреждений по степени тяжести [2]:

легкие повреждения – незначительные, быстро заживающие;

повреждения средней тяжести – не опасные для жизни, но требующие более длительного срока лечения, с временной нетрудоспособностью;

тяжёлые повреждения – создающие угрозу жизни или влекущие потерю какого-либо органа либо его функции, а также требующие длительного лечения и приводящие к стойкой утрате трудоспособности;

крайне тяжёлые повреждения – несовместимые с жизнью, которые приводят к непосредственному или в ближайшее время после получения травмы смертельному исходу.

(Учитывая, что "крайне тяжёлые повреждения – несовместимые с жизнью", по определению, не могут быть одной из категорий санитарных потерь, можно констатировать, что представленные классификации, по сути, совпадают).

Второе соображение связано с тем, что в отечественной литературе были найдены оценки значений α_i для указанных трёх категорий тяжести санитарных потерь. Так, например, в работе [3] были представлены два варианта значений (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение эквивалентов материальных потерь за счёт различных категорий тяжести санитарных потерь и гибели человека [3]

| Вариант | Категории санитарных потерь | | |
|---------|--|--|---|
| | повреждения, приведшие к стойкой утрате трудоспособности | повреждения, вызвавшие временную утрату трудоспособности | повреждения без утраты трудоспособности |
| | α_3 | α_2 | α_1 |
| А | 0,69 | 0,016 | 0,0005 |
| Б | 0,1 | 0,05 | 0,005 |

"Вариант А" был получен на основании статистической обработки фактических материалов применительно к различным отраслям народного хозяйства и инфраструктуры СССР 70-80-х годов XX века, в то время как происхождение "Варианта Б" не совсем понятно.

Помимо неясности происхождения, к "Варианту Б" можно предъявить ещё ряд претензий. Например, значения эквивалентов материальных потерь за счёт санитарных потерь категории "временная утрата трудоспособности" ($\alpha_2 = 0,05$) и категории "стойкая утрата трудоспособности" ($\alpha_3 = 0,1$) отличается в два раза. То есть, полагается, что материальные потери в случае нанесения повреждений, вызвавших временную утрату трудоспособности у двух человек, равны материальным потерям в случае, если один человек получит ранения (травмы), приведшие к инвалидности.

Что касается соотношения эквивалентов материальных потерь за счёт санитарных потерь категории "стойкая утрата трудоспособности" и гибели человека из "Варианта А" ($\alpha_3 = 0,69$), то оно, на первый взгляд, вполне адекватно. В качестве доказательства этого можно воспользоваться упоминаемой в [1] Методикой №1 определения экономического эквивалента материальных потерь вследствие гибели человека, предполагающей, что указанный эквивалент примерно в 6 раз выше дисконтированной зарплаты, которую человек мог бы заработать за всю свою жизнь. То есть, приняв, что эквивалент материальных потерь за счёт получения инвалидности представляет собой разницу между экономическими эквивалентами материальных потерь вследствие гибели среднего человека и инвалида 1-й группы, получим, что:

$$\alpha_3 = 1 - \frac{P^*}{P},$$

где P – средняя зарплата, а P^* – пенсия инвалида 1-й группы.

Согласно данным Госкомстата [4], в I квартале 2011 г. среднемесячная зарплата в Российской Федерации составляла около 21350 руб., а пенсия инвалида 1-й группы (без иждивенцев) – около 5926 руб. в месяц (при этом $\alpha_3 = 0,72$).

Учитывая это, представляется целесообразным для дальнейшей работы выбрать значения соотношений эквивалентов материальных потерь за счёт санитарных потерь всех категорий тяжести и гибели человека из "Варианта А":

$$\alpha_i = \begin{cases} 0,0005, & \text{при } i = 1; \\ 0,016, & \text{при } i = 2; \\ 0,69, & \text{при } i = 3. \end{cases} \quad (3)$$

В этом случае соотношение (2) примет вид:

$$\alpha = \sum_{i=1}^3 \alpha_i \cdot n_i. \quad (4)$$

Доли категорий степени тяжести в общем числе санитарных потерь

При определении доли санитарных потерь конкретной категории тяжести в общем числе санитарных потерь следует принимать во внимание два момента:

- тяжесть травмы во многом зависит от качества и оперативности оказания медицинской помощи;
- категория санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности" ($i = 1$) имеет высокую степень латентности.

Подтверждение первого из указанных тезисов можно легко найти как в зарубежной (например, [5]), так и в отечественной литературе [6] (табл. 2).

Таблица 2

**Доля (%) легких ранений среди ранений ЛОР-органов
в результате боевых действий**

| Великая Отечественная война | Боевые действия в Афганистане | Контртеррористическая операция в Чеченской Республике |
|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 35 | 36,5 | 66,67 |

Качество и оперативность оказания медицинской помощи также влияет и на сохранение жизни пострадавшего и учитывается при определении соотношения безвозвратных и санитарных потерь. Так, в работе [7] при определении соотношения числа погибших и травмированных для оперативной методики оценки числа пострадавших было выбрано соотношение 1:10, в то время как большинство отечественных авторов в этом случае выбирают менее резкие соотношения числа погибших и числа травмированных (1:4-1:6). Выбор соотношения числа погибших и травмированных был основан на данных специального органа Генерального директората по вопросам экологии Европейской комиссии [8] и анализе распределения погибших в результате нештатных ситуаций по времени смерти.

Однако, судя по всему, указанные менее резкие отношения числа погибших к числу травмированных (1:4-1:6) обусловлены не только качеством и оперативностью оказания медицинской помощи пострадавшим в результате опасных событий, но и высокой степенью латентности категории санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности".

Для подтверждения латентности категории "повреждения без утраты трудоспособности" можно сравнить распределение раненых по категориям тяжести санитарных потерь при двух схожих террористических актах.

Согласно данным Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации [9], в результате взрыва во Владикавказе 09 сентября 2010 г. пострадали 178 человек, в том числе 17 погибли – то есть, санитарные потери составили 161 человек. Однако госпитализацию в медицинских учреждениях Владикавказа и Москвы прошли только 138 человек. Таким образом, в данной чрезвычайной ситуации доля категории санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности" составила 14,3 %.

Согласно тому же источнику [9], в результате серии взрывов 21-22 сентября 2011 г. в Махачкале санитарные потери составили не менее 64 человек, из них госпитализированы – 33. То есть, доля категории санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности" составила не менее 48,4 %.

Вполне понятно, что при наличии погибших рассматриваемая категория санитарных потерь учитывается неполностью. Поэтому представляется целесообразным для дальнейшего анализа ориентироваться на значения доли категории санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности" в интервале 61-67 %:

66,67 % – [6] (табл. 2);

61,11 % – [10] (при токсическом поражении).

Что касается доли категории санитарных потерь "повреждения, приведшие к стойкой утрате трудоспособности" ($i = 3$), то из всех просмотренных источников достаточно представительные данные были найдены только в [6]. Согласно им, доля категории санитарных потерь "повреждения, приведшие к стойкой утрате трудоспособности" составляет не более 7 % от общего числа повреждений. Указанное значение, как представляется, целесообразно использовать в дальнейшей работе. То есть, доли санитарных потерь всех категорий тяжести в общем числе санитарных потерь могут быть представлены (с точностью до процента) следующим образом:

$$n_i = \begin{cases} 0,61, & \text{при } i = 1; \\ 0,32, & \text{при } i = 2; \\ 0,07, & \text{при } i = 3. \end{cases} \quad (5)$$

Промежуточный результат и его анализ

Подставив соотношения (3) и (5) в (4), получим, что соотношение экономических эквивалентов санитарных и безвозвратных потерь составляет:

$$\alpha = 0,0537. \quad (6)$$

Следует отметить, что полученное соотношение близко к значению, применяемому в [1], а также соответствует распределению санитарных потерь, описанному уравнением (5), в то время как распределение по степени тяжести травмированных, заявленных в статистике МЧС России, неизвестно.

Смоделируем ситуацию, когда категория санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности" учтена не в полной мере. Предположим, что в результате опасного события распределение санитарных потерь соответствует соотношению (5), однако в заявляемом числе санитарных потерь доля категории "повреждения без утраты трудоспособности" составляет n_1 , которое меньше или равно 0,61. Тогда распределение заявляемых санитарных потерь будет иметь вид:

$$n_i = \begin{cases} n_1, & \text{при } i = 1; \\ 32/39 \cdot (1 - n_1), & \text{при } i = 2; \\ 7/39 \cdot (1 - n_1), & \text{при } i = 3. \end{cases} \quad (7)$$

Проделав ту же процедуру, что и при получении соотношения (6), но вместо (5) используя (7), получим:

$$\alpha = 0,137 \cdot (1 - n_1) + 0,0005 \cdot n_1. \quad (8)$$

Второй член уравнения (8), описывающий вклад категории санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности" в суммарные издержки, обусловленные санитарными потерями, в лучшем случае составит 0,57 % от первого и может быть исключен из дальнейшего рассмотрения, и тогда уравнение (8) примет вид:

$$\alpha = 0,137 \cdot (1 - n_1). \quad (9)$$

То есть, чтобы получить корректную оценку вклада санитарных потерь при определении обобщенных приведенных затрат или издержек в случае, когда категория "повреждения без утраты трудоспособности" не учитывается вообще, значение α должна возрасти более чем 2,5 раза – с 0,0537 до 0,137. При этом целесообразно заметить, что в случае, когда соотношение санитарных и безвозвратных потерь равняется 1:10 [7], а значение долей санитарных потерь всех категорий тяжести в общем числе санитарных потерь описывается соотношением (5), неучёт категории санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности" приведет к тому, что соотношение санитарных и безвозвратных потерь станет 1:3,9.

Если рассмотреть официальную статистику санитарных и безвозвратных потерь, используемую в [1] (табл. 3), то можно увидеть, что:

- отношение санитарных потерь к безвозвратным при опасных событиях техногенного характера колеблется в интервале 4-7 – то есть, можно сделать предположение о том, что категория санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности" учитывается не в полной мере;
- отношение санитарных и безвозвратных потерь при пожарах меньше 1, что обусловлено, по всей видимости, качественно иным распределением санитарных потерь при пожарах в зданиях, сооружениях;
- данные санитарных потерь в результате происшествий на водных объектах в работе [1] во внимание не принимались "ввиду их малости, по сравнению с аналогичными показателями.

Таблица 4

Данные по безвозвратным и санитарным потерям [1]

| Год | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Число погибших при ЧС | 1293 | 978 | 1313 | 966 | 808 | 734 |
| Число травмированных при ЧС | 5573 | 6763 | 5503 | 5224 | 3279 | 2428 |
| Число погибших при пожарах | 18 377 | 18 194 | 17 065 | 15 924 | 15 165 | 13 933 |
| Число травмированных при пожарах | 13 673 | 13 183 | 13 379 | 13 646 | 12 800 | 13 270 |
| Число погибших на водных объектах | 11 595 | 10 778 | 7 986 | 7 697 | 6 555 | 6 476 |

Можно сделать вывод, что для корректной оценки обобщенных приведенных затрат или издержек, которые российское общество несёт в результате чрезвычайных ситуаций, пожаров и происшествий на водных объектах, соотношение (6) использовано быть не может, его необходимо переформулировать – сделать пригодным для использования в работе в условиях, когда категория санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности" учитывается не в полной мере или не учитывается вообще.

Доработка промежуточного результата и его апробация

При анализе соотношения санитарных и безвозвратных потерь в результате чрезвычайных ситуаций, пожаров было зафиксировано качественное различие между пожарами, которые развиваются в замкнутых пространствах и при которых указанное соотношение менее 1, и чрезвычайными ситуациями, развивающимися на открытом пространстве, с соотношением числа травмированных и погибших более 4.

В принципе, для корректного предложения учёта доли санитарных потерь в обобщенные приведенные затраты или издержки в случае пожаров и/или чрезвычайных ситуаций, развивающихся в замкнутых пространствах, необходимо проведение отдельного исследования. Однако, учитывая то, что представительных данных по распределению санитарных потерь по степени тяжести в условиях замкнутого пространства найдено не было, представляется возможным предположить, что в указанных условиях:

- категория "повреждения без утраты трудоспособности" отсутствует, то есть $n_1 = 0$;

- соотношение между долей категории "повреждения, приведшие к стойкой утрате трудоспособности", и долей категории "повреждения, вызвавшие временную утрату трудоспособности", фиксировано и имеет значение, как и в распределениях (5) и (7):

$$\frac{n_3}{n_2} = \frac{7}{32}.$$

В рамках такого предположения соотношение экономических эквивалентов санитарных и безвозвратных потерь составит:

$$\alpha = 0,137. \quad (10)$$

Для варианта, когда опасное событие происходит на открытом пространстве и когда можно говорить о том, что категория санитарных потерь "повреждения без утраты трудоспособности" учтена не в полной мере, для корректной оценки вклада санитарных потерь в обобщенные приведенные затраты или издержки можно воспользоваться соотношением (9).

Полагая, что при неучёте в полной мере категории "повреждения без утраты трудоспособности" в заявляемых санитарных потерях, параметр n_1 может быть определён как:

$$n_1 = 1 - 3,9 \cdot \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{т}}},$$

соотношение (9) примет вид:

$$\alpha = 0,534 \cdot \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{т}}}, \quad (11)$$

Объединив соотношения (10) и (11), можно получить:

$$\alpha = \begin{cases} 0,137, & \text{при } 0 \leq \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{т}}} \leq 3,9; \\ 0,534 \cdot \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{т}}}, & \text{при } 3,9 \leq \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{т}}} \leq 10. \end{cases} \quad (12)$$

Соотношение (12) было использовано для пересчёта обобщенных приведенных затрат или издержек, которые российское общество несет в результате чрезвычайных ситуаций, пожаров и происшествий на водных объектах, и корректной оценки эффективности деятельности МЧС России. Однако никаких качественных изменений не произошло:

- обобщенные приведенные затраты или издержки российского общества вследствие чрезвычайных ситуаций, пожаров и происшествий на водных объектах выросли на (3,5-5,0) %;
- доля "человеческого фактора" ($N_{\text{п}} + \alpha N_{\text{т}}$) – на (4,0-6,5) %.

На первый взгляд, полученный результат не дает никаких качественных изменений при оценке обобщенных приведенных затрат или издержек. Однако следует заметить, что в случае чрезвычайных ситуаций, в результате которых отсутствуют безвозвратные потери (нет погибших), ошибка может достигать 150 %.

Литература

1. **Востоков В.Ю., Минаева Я.В., Чясновичус Ю.К.** К вопросу определения экономического эквивалента стоимости жизни среднестатистического человека // Проблемы управления рисками в техносфере. 2010. № 4 (16).
2. **Травматология** и ортопедия. Руководство для врачей в 3 томах / под ред. Шапошников А.Г. М.: Медицина, 1997.
3. **Востоков В.Ю.** 15 лекций по анализу риска чрезвычайных ситуаций: учебное пособие. М.: МФТИ, 2010.
4. **Центральная** база статистических данных Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации (<http://www.gks.ru>).
5. **Рунэ Эльвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трулс Ваа.** Справочник по безопасности дорожного движения / Перевод с норвежского под ред. Сильянова В.В. М.: МАДИ (ГТУ), 2001.
6. **Швырков М.Б., Буренков Г.И., Деменков В.Р.** Огнестрельные ранения лица, ЛОР-органов и шеи (Руководство для врачей). М.: Медицина, 2001.
7. **Методические** рекомендации по определению количества пострадавших при чрезвычайных ситуациях техногенного характера / Акимов В.А., Быков А.А., Востоков В.Ю. и др. // Проблемы анализа риска. 2007. Т. 4. № 4.
8. **Major Accident Hazards Bureau.** <http://mahbsrv.jrc.it>.
9. **Министерство** здравоохранения и социального развития Российской Федерации / Медицина катастроф. <http://www.minzdravsoc.ru/health/katastrof>.
10. **Методическое** пособие по прогнозированию и оценке химической обстановки в чрезвычайных ситуациях. М.: ВНИИ ГОЧС МЧС России, 1993.

Статья опубликована 28 декабря 2012 г.