

В.Б.Кириллов, С.Л.Кириллова, С.В.Борисевич, Е.П.Лукин,  
П.А.Грабарев

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ВСПЫШЕК ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА ПРИМЕРЕ КРЫМСКОЙ ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКИ

*ФГБУ «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны, Сергиев Посад, Российская Федерация*

Целью исследований являлась разработка метода прогнозирования социально-экономического ущерба от вспышек инфекционных болезней с помощью индекса DALY на примере Крымской геморрагической лихорадки. Разработанный экспертами Всемирной организации здравоохранения индекс DALY был адаптирован для Российской Федерации с учетом величины валового внутреннего продукта и распределения возрастного состава населения. Изложен порядок прогнозирования социального ущерба от вспышки инфекционного заболевания, измеренного в суммарном количестве потерянных лет полноценной жизни, и экономического ущерба в результате уменьшения валового внутреннего продукта. Предложенный метод может быть использован для прогнозирования социально-экономического ущерба от вспышек инфекционных болезней и оценки эффективности противоэпидемических и лечебных мероприятий. Проведена оценка экономического и социального ущерба от вспышек Крымской геморрагической лихорадки в Южном Федеральном округе с учетом данных о заболеваемости за период с 1999 по 2010 год. Основной экономический ущерб обусловлен потерями трудовых ресурсов в результате летальных исходов заболевания. Метод прогнозирования социально-экономического ущерба от вспышки инфекционной болезни с использованием индекса DALY на территории Российской Федерации реализован впервые.

*Ключевые слова:* социально-экономический ущерб, прогнозирование, индекс DALY, Крымская геморрагическая лихорадка.

V.B.Kirillov, S.L.Kirillova, S.V.Borisevich, E.P.Lukin, P.A.Grabarev

## Forecasting of the Socio-Economic Damage Resulting from Outbreaks of Infectious Diseases, by the Example of Crimean Hemorrhagic Fever

*The 48<sup>th</sup> Central Research Institute of the Ministry of Defence, Sergiev Possad, Russian Federation*

Objective of the study was to develop a method of assessment and forecasting of socio-economic damage inflicted by the outbreaks of infectious diseases using DALY index by the example of Crimean hemorrhagic fever. WHO expert-designed DALY index was adapted for use in the territory of the Russian Federation with due account of GDP values and age distribution among the population. Put forward was a scheme for prognostication of a possible social damage caused by infectious disease outbreak, expressed in the aggregate number of wasted years of productive life and economic loss resulted from GDP decrement. The method developed can be used for forecasting of socio-economic damage inflicted by the outbreaks of infectious diseases and evaluation of effectiveness as regards anti-epidemic and therapeutic interventions. Carried out has been assessment of economic and social losses which resulted from outbreaks of Crimean hemorrhagic fever in the Southern Federal District of Russia inclusive of the data on morbidity rates over the period of 1999–2010. Major economic damage is factored by the labor forces loss consequent to fatal cases of infection. Such a method of prognostication based on DALY index has been implemented in the territory of the Russian Federation for the first time ever.

*Key words:* socio-economic damage, forecasting, DALY index, Crimean hemorrhagic fever.

Крымская геморрагическая лихорадка (КГЛ) по эпидемическим проявлениям в настоящее время актуальна для южных регионов европейской части Российской Федерации (РФ). Общее число зарегистрированных случаев за весь период изучения КГЛ (1943–2012 гг.) составило более 7930, из них 2180 (27,5 %) – в РФ, 1469 (18,5 %) – на территории сопредельных государств [1]. С 1999 по 2010 год в Южном Федеральном округе (ЮФО) РФ зарегистрировано 1402 больных КГЛ, из них у 63 (4,5 %) заболевание закончилось летальным исходом. Регистрация новых очагов, активные миграционные процессы с высоким риском заноса возбудителя на неэндемичные территории усиливают остроту проблемы [2, 4].

Население страны формирует самый важный ее ресурс, являясь основой будущего экономическо-

го роста и научно-технического развития. Вспышки и эпидемии инфекционных болезней приводят к утрате трудовых ресурсов и снижению показателей социально-экономического развития субъектов РФ и страны в целом.

В настоящее время в соответствии с принятыми методиками социально-экономические потери измеряют затратами на компенсацию и проведение мероприятий вследствие гибели, травмирования и заболевания персонала и третьих лиц. При этом затраты, связанные с гибелью персонала, как правило, состоят из расходов по выплате пособий в случае смерти кормильца и на погребение погибших. Затраты, связанные с травмированием и заболеваниями персонала, определяют путем суммирования расходов на выплату пособий по временной нетрудоспособно-

сти, пенсий лицам, ставшими инвалидами и расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию пострадавшего. Кроме того, при определении социально-экономического ущерба нередко учитывают возмещение морального вреда как пострадавшим, так и их родственникам [3, 5].

Потери от убыли трудовых ресурсов в производственной деятельности в результате гибели одного человека  $\Pi_{в.т.р.}$  рекомендуется определять по формуле 1.

$$\Pi_{в.т.р.} = H_T \cdot T_{р.д.}, \quad (1)$$

где  $H_T$  – доля прибыли, недоданная одним работающим, руб./день;  $T_{р.д.}$  – потеря рабочих дней в результате гибели одного работающего, принимаемая равной 6000 дней. Показатель  $H_T$  определяют исходя из удельных показателей национального (регионального) дохода по данной отрасли промышленности с учетом средней заработной платы на предприятии [5].

Показатели, использованные в формуле 1 при прогнозировании экономического ущерба от возможных чрезвычайных ситуаций, обусловленных вспышками инфекционных болезней, можно определить весьма приблизительно. Меняющийся уровень инфляции, изменения законодательства о размере и порядке выплат пособий по временной нетрудоспособности, отличия в величине пособий в разных хозяйствующих субъектах РФ делают расчеты еще менее точными. Результаты оценки потерь, выполненные разными экспертами, могут оказаться несопоставимыми, т.к. будут учитывать разные наборы показателей.

С помощью разработанной в Центральном НИИ эпидемиологии автоматизированной информационно-аналитической системы расчета показателей экономической значимости инфекционных болезней, использующей их многочисленные экономические характеристики, можно определить экономический ущерб в расчете на один средневзвешенный случай заболевания для значимых в РФ нозоформ. Однако данный методический подход, признанный Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и прошедший длительную апробацию, не позволяет прогнозировать ущерб от таких последствий заболевания, как инвалидизация и летальный исход [9, 10].

Специалистами ВОЗ разработан индекс DALY (Disability-Adjusted Life Years), который дает возможность рассчитать потери полноценных лет жизни вследствие временной нетрудоспособности, инвалидности или преждевременной смерти. Величина социально-экономического ущерба вследствие болезни, рассчитанная в зависимости от возраста человека, оценивается количеством утраченных полноценных лет жизни и снижением валового внутреннего продукта (ВВП) в результате преждевременной смерти человека, потери трудоспособности во время болезни и последующей инвалидизации [6, 7, 9].

Целью исследований являлась разработка метода прогнозирования социально-экономического

ущерба от вспышек инфекционных болезней с помощью индекса DALY на примере КГЛ.

## Материалы и методы

Потерянные годы полноценной жизни вследствие гибели оценивали с помощью индекса ID (индекс DALY), имеющего размерность (человек/лет). Индекс DALY рассчитывали по формуле 2 [7, 8, 9].

$$ID = - \frac{D \cdot C \cdot e^{-\beta a}}{(\beta + r)^2} \cdot [e^{-(\beta+r)L} \cdot (1 + (\beta + r) \cdot (L + a)) - (1 + (\beta + r) \cdot a)], \quad (2)$$

где  $D$  – степень потери здоровья, измеряемая в долях (0 – при отсутствии потери, от 0,1 до 0,9 – при частичной потере здоровья, 1 – при летальном исходе);  $C$  – константа, полученная специалистами ВОЗ из экспертных оценок, определявших функцию ценности года жизни, равная 0,162243;  $\beta$  – скорость убывания ценности года жизни, выражаемая в долях от 1, получена специалистами ВОЗ из экспертных оценок, определявших функцию ценности года жизни;  $r$  – дисконтная ставка, используемая специалистами ВОЗ для приведения ценности лет жизни к настоящему моменту времени, равная 0,03;  $a$  – возраст, в котором происходит утрата здоровья, в годах;  $L$  – число лет жизни, утрачиваемых в результате одного случая болезни или смерти.

Для определения количества лет жизни, утрачиваемых в результате одного случая болезни или смерти, использовали данные о средних сроках дожития, рассчитанных относительно показателей ожидаемой продолжительности жизни жителей РФ при рождении, с пятилетним возрастным интервалом (таблица).

В РФ средняя продолжительность жизни у мужчин составляет 61,8 лет, у женщин – 74,2 лет [8]. Так

Распределение населения РФ по возрастным группам и средние сроки дожития

Возрастная группа, лет	Средний возраст, лет	Доля населения	Средний срок дожития, лет
0–4	2	0,054	66,7
5–9	7	0,047	62,7
10–14	12	0,048	58,6
15–19	17	0,065	54,6
20–24	22	0,088	50,6
25–29	27	0,084	46,5
30–34	32	0,075	42,5
35–39	37	0,069	38,5
40–44	42	0,066	34,4
45–49	47	0,082	30,4
50–54	52	0,079	26,4
55–59	57	0,068	22,3
60–64	62	0,041	18,3
65–69	67	0,039	14,3
70 и более	75	0,095	7,8

как количество мужчин и женщин в большинстве возрастных групп (кроме лиц старше 60 лет) отличается незначительно, при расчетах сделано допущение, что средняя продолжительность жизни жителей РФ составляет 68,0 лет.

Исходными данными для прогнозирования социально-экономического ущерба являлось количество заболевших, выздоровевших после болезни, погибших от болезни. Было принято допущение, что все пострадавшие распределены по возрастным группам пропорционально численности возрастных групп.

Оценку потерь здоровья в результате гибели  $ID_1$  производили по формуле 3.

$$ID_1 = \sum_{i=1}^{kl} NLet_i \cdot IDLet_i, \quad (3)$$

где  $IDLet_i$  – индекс DALY для  $i$ -й возрастной группы, рассчитываемый по формуле 2. Значение  $D = 1$ . Средний срок дожития  $L$  для  $i$ -й возрастной группы и ее долю от населения РФ выбирали из таблицы;  $NLet_i$  – численность погибших от болезни в  $i$ -й возрастной группе;  $kl$  – количество возрастных интервалов.

Потерю здоровья  $ID_2$  в результате болезни, завершившейся полным выздоровлением, вычисляли по формуле 4.

$$ID_2 = Ldis \cdot Ndis, \quad (4)$$

где  $Ldis$  – средняя длительность заболевания, лет. С учетом всех форм заболевания по степени тяжести и длительно сохраняющейся после выписки из госпиталя астенизации, средняя длительность заболевания КГЛ принята равной 0,088 года (32 сут);  $Ndis$  – количество людей, у которых заболевание завершится полным выздоровлением.

Поскольку отдаленные осложнения у переболевших КГЛ неврологического характера в клинической практике не зарегистрированы, потери в результате вспышки болезни рассчитывали как сумму потерь здоровья от гибели больных и потерь от случаев болезни, завершившихся полным выздоровлением.

Социальный ущерб в результате болезни оценивали количеством утраченных лет полноценной жизни по формуле 5.

$$ID_0 = ID_1 + ID_2. \quad (5)$$

Оценку экономического ущерба в результате болезни производили по формуле 6.

$$U = (ID_1 + ID_2) \cdot C_1 + N_{ob} \cdot C_{Dis}, \quad (6)$$

где  $U$  – экономический ущерб от вспышки болезни, руб.;  $N_{ob} = Ndis + NLet_i$ , чел.;  $C_1$  – валовой национальный продукт (ВВП) на душу населения, который в РФ в 2011 г. составил 381,8 тыс. руб. [8];  $C_{Dis}$  – экономический ущерб от геморрагических ли-

хорадок в расчете на один средневзвешенный случай заболевания в РФ, рассчитанный в ценах 2011 г. с учетом инфляции по данным, публикуемым на сайте Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, составил около 86,0 тыс. руб. [8, 10, 11].

## Результаты и обсуждение

Рассмотрим результаты прогнозирования ущерба с использованием индекса DALY на примере вспышек КГЛ в ЮФО.

В период с 1999 по 2010 год в ЮФО заболело КГЛ 1402 человека, из них погибло 63 [2]. Экономический ущерб в ценах 2011 г. составил 663,7 млн руб., в том числе на лечение – 120,6 млн руб., от снижения трудовых ресурсов в результате гибели больных – 543,1 млн руб. Таким образом, основной экономический ущерб обусловлен потерей трудовых ресурсов в результате летальных исходов заболевания.

В период 1999–2006 гг., когда при лечении 158 больных была использована только симптоматическая терапия, направленная на коррекцию основных системных и органических нарушений, без использования рибавирина, летальность составила 11,4 %. При лечении 268 больных использовали противовирусный препарат рибавирин, летальность составила 1,5 %. Снижение уровня летальности с 11,4 до 1,5 % в результате применения рибавирина предотвратило гибель 27 человек. Социальный эффект от применения рибавирина – это предотвращенные потери 600 чел./лет.

Достоинством предложенного подхода является тот факт, что прогнозирование ущерба с помощью индекса DALY не требует сбора большого количества статистических данных. Недостатком следует признать приблизительность получаемых результатов в денежном выражении, обусловленную использованием в расчетах средних величин (ВВП на душу населения, экономический ущерб от заболевания в расчете на один средневзвешенный случай), которые необходимо ежегодно корректировать с учетом уровня инфляции. Однако рекомендованные в настоящее время методики тоже дают приблизительные оценки социально-экономического ущерба, т.к. в них приняты следующие допущения: средний возраст и количество лет продуктивной трудовой деятельности одинаковы для всех пострадавших; мужчины старше 60 и женщины старше 55 лет не дают вклад в национальный доход [3, 5].

Предложенный метод может быть использован для оценки экономического эффекта от проведения противоэпидемических и лечебных мероприятий для предотвращения или ликвидации вспышек и эпидемий инфекционных болезней. Для этого необходимы данные о длительности заболевания до полного выздоровления и летальности в результате болезни. Для оценки ущерба от длительных осложнений в результате болезни, приводящих к временному или

пожизненному снижению трудоспособности человека, в формуле 5 необходимо подставить значение коэффициента D, характеризующего степень потери здоровья, и значение длительности осложнений L.

Таким образом, применение индекса DALY позволяет оценивать социально-экономический ущерб от вспышек инфекционных болезней (социальный ущерб – количеством потерянных лет полноценной жизни, экономический ущерб – в денежном выражении), а также прогнозировать возможный экономический эффект от проведения противоэпидемических и лечебных мероприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутенко А.М., Трусова И.Н. Заболеваемость Крымской геморрагической лихорадкой в странах Европы, Африки и Азии (1943–2012 гг.). *Эпидемиол. и инф. бол.* 2013; 5:46–9.
2. Василенко Н.Ф., Малецкая О.В., Тохов Ю.М., Варфоломеева Н.Г., Кирейцева О.А., Харченко Т.В., Ермаков А.В., Куличенко А.Н. Эпидемиологическая обстановка по Крымской геморрагической лихорадке на юге России в 2010 г. и прогноз на 2011 г. *Пробл. особо опасных инф.* 2011; 1(107):13–5.
3. Единая межведомственная методика оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и террористического характера, а также классификации и учета чрезвычайных ситуаций. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ); 2004. 57 с.
4. Лукин Е.П., Грабаров П.А., Кириллова С.Л., Кириллов В.Б. Возможные пути распространения возбудителя Крымской-Конго геморрагической лихорадки за пределы эндемичных очагов. *Журн. микробиол., эпидемиол. и иммунобиол.* 2007; 4:110–1.
5. Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах. РД 03-496-02. 25 с.
6. Морев М.В., Любов Е.Б. Социально-экономический ущерб вследствие смертности населения от самоубийств. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз.* 2011; 6(18):119–30.
7. Ревич Б.А., Сидоренко В.Н. Методика оценки экономического ущерба здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха. Пособие по региональной экологической политике. М.; 2006. 42 с.
8. Россия в цифрах. 2012: Краткий статистический сборник. М.: Росстат; 2012. 573 с.
9. Шаханина И.Л. Экономическая эффективность вакцинопрофилактики. В кн.: Вакцины и вакцинация: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011. С. 120–36.
10. Шаханина И.Л., Осипова Л.А., Радуту О.И. Экономический анализ в практике санитарно-эпидемио-

логической службы. *Эпидемиол. и инф. бол.* 2001; 3:58–60.

11. Экономический ущерб от инфекционных болезней в Российской Федерации. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. URL: <http://old.rosпотребнадзор.ru/activity/immunoprof/> (дата обращения 01.12.11).

#### References

1. Butenko A.M., Trusova I.N. [Morbidity rates for Crimean hemorrhagic fever in European, African and Asian countries (1943–2012)]. *Epidemiol. Infek. Bol.* 2013; 5:46–9.
2. Vasilenko N.F., Maletskaya O.V., Tokhov Yu.M., Varfolomeeva N.G., Kireitseva O.A., Kharchenko T.V., Ermakov A.V., Kulichenko A.N. [Epidemiological situation of Crimean-Congo hemorrhagic fever (CCHF) in the South of Russia in 2010 and prognosis for the year of 2011]. *Probl. Osobo Opasn. Infek.* 2011; 1(107):13–5.
3. [Unified Interagency Method of Assessment of the Damage Inflicted by Man-Caused Emergency Situations, Natural Disasters, and Terroristic Acts, as well as Method of Classification and Registration of Emergency Situations]. М.; 2004. 57 p.
4. Lukin E.P., Grabarev P.A., Kirillova S.L., Kirillov V.B. [Possible ways of CCHF agent dissemination beyond the boundaries of endemic foci]. *Zh. Mikrobiol. Epidemiol. Immunobiol.* 2007; 4:110–1.
5. [Methodological recommendations on evaluation of the damage resulting from accidents at hazardous industrial facilities]. Regulatory Document 03-496-02. 25 p.
6. Morev M.V., Lyubov E.B. [Socio-economic damage in view of suicide mortality rates among the population]. *Econom. Sotsial. Peremeny: Fakti, Tendentsii, Prognoz.* 2011; 6(18):119–30.
7. Rевич B.A., Sidorenko V.N. [Method of evaluation of economic damage to public health, caused by air pollution. Guidelines on Environment Policy in the Region]. М.; 2006. 42 p.
8. [Statistics across Russia. 2012: Statistic Digest]. М.: Rosstat; 2012. 573 p.
9. Shakhaniina I.L. [Economic benefit from preventive vaccination]. In: [Vaccines and Vaccination: National Guidelines]. М.: GEOTAR Media; 2011. P. 120–36.
10. Shakhaniina I.L., Osipova L.A., Raduto O.I. [Economic analysis in the work of Sanitary-Epidemiological Service]. *Epidemiol. Infek. Bol.* 2001; 3:58–60.
11. [Economic damage inflicted by infectious diseases in the territory of the Russian Federation. Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare] (cited 01.12.11). Available from: <http://old.rosпотребнадзор.ru/activity/immunoprof/>

#### Authors:

Kirillov V.B., Kirillova S.L., Borisevich S.V., Lukin E.P., Grabarev P.A. The 48<sup>th</sup> Central Research Institute of the Ministry of Defence. Sergiev Possad, Russian Federation.

#### Об авторах:

Кириллов В.Б., Кириллова С.Л., Борисевич С.В., Лукин Е.П., Грабаров П.А. «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны. Российская Федерация, Сергиев Посад.

Поступила 19.02.14.