

УДК 504.4  
Р. В. Кнауб

## **Оценка эколого-экономической компоненты в проявлении чрезвычайных ситуаций природного характера**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск,  
Российская Федерация  
e-mail: knaybrv@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены эколого-экономические компоненты в проявлении чрезвычайных ситуаций природного характера за период с 1900 по 2020 г. Предложены формализованные индикаторы оценки эколого-экономических последствий чрезвычайных ситуаций природного характера, включая коэффициент вредного воздействия чрезвычайных ситуаций, коэффициент экологического воздействия на территорию, эколого-экономическое воздействие чрезвычайных ситуаций.

Рассмотрены количественные характеристики проявления чрезвычайных ситуаций природного характера в мире за период с 1900 по 2020 гг.: числа чрезвычайных ситуаций, количества погибших и пострадавших и материального ущерба. Установлено, что рассматриваемый период происходил постепенный рост ущерба от чрезвычайных ситуаций, значительный рост отмечался с начала 1970-х годов.

Формализованные показатели эколого-экономических последствий чрезвычайных ситуаций природного характера в основном менялись в сторону увеличения. Так, коэффициент вредного воздействия природных чрезвычайных ситуаций имел тенденцию к увеличению за период с 1970 по 2020 г. За период с 1970 по 2020 г. коэффициент эколого-экономического воздействия природных чрезвычайных ситуаций изменялся от менее 1 доллара США на человека (0,75 доллара США) до 34896 долларов США на человека, за исследуемый период средняя величина составила 3014 долларов на человека.

Формализация последствий катастроф даёт возможность повысить эффективность управления устойчивым развитием территорий в условиях возрастающего воздействия чрезвычайных ситуаций природного генезиса.

**Ключевые слова:** чрезвычайные ситуации природного характера, коэффициент вредного воздействия, эколого-экономическая эффективность воздействия чрезвычайных ситуаций природного характера, мощность экологического воздействия.

### **Введение**

В первые десятилетия 20 века в мире наблюдается устойчивая тенденция существенного роста материальных потерь в результате природных и техногенных катастроф, размер которых только в 2011 году достиг рекордного значения в истории, превысив 370 миллиардов долларов США [1]. В общем случае катастрофы представляют собой неблагоприятное сочетание факторов и событий, создающих угрозу жизни, нарушающих условия нормальной

жизнедеятельности, препятствующих производственной, бытовой и другим видам деятельности человека [2].

Таким образом, оценка эколого-экономических последствий природных и техногенных катастроф является важной научной задачей.

Цель работы – оценка эколого-экономической компоненты в проявлении катастроф природного характера за период с 1900 по 2020 г.

### **Материалы и методы**

Изучением последствий чрезвычайных ситуаций природного характера занимались следующие учёные: С.М. Мягков, И.И. Мазур, О.П. Иванов, А.В. Баринов, В.А. Акимов и др., С.К. Шойгу и др., Edward Bryant и др. [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Автором для оценки эколого-экономических последствий природных чрезвычайных ситуаций предложены следующие формулы.

Коэффициент вредного воздействия определяется по следующей формуле:

$$K_{vv} = \frac{Y_{чс}}{K_{чс}} \quad (1)$$

где  $K_{vv}$  - коэффициент вредного воздействия чрезвычайных ситуаций, ден. единица/шт.

$Y_{чс}$  – ущерб от чрезвычайных ситуаций природного характера, ден. ед.

$K_{чс}$  – количество чрезвычайных ситуаций, шт.

Эколого-экономическая эффективность воздействия чрезвычайных ситуаций природного характера, безразмерная единица.

$$E_{эф} = \frac{Y_{чс}}{ВВП} \quad (2)$$

где  $E_{эф}$  – эколого-экономическая эффективность воздействия чрезвычайных ситуаций природного характера, безразмерная единица.

$Y_{чс}$  – ущерб от чрезвычайных ситуаций природного характера, ден. ед.

ВВП – валовой внутренний продукт, ден. ед.

Мощность экологического воздействия чрезвычайных ситуаций на ВВП территории, безразмерная единица.

$$K_{ев} = \frac{Y_{пос} + Y_{пог}}{K_{чс}} \quad (3)$$

где  $K_{ев}$  – коэффициент экологического воздействия на территорию, чел./ед.

$Y_{пос}$  – количество пострадавших от чрезвычайных ситуаций природного характера, человек.

$Y_{пог}$  - количество погибших от чрезвычайных ситуаций природного характера, человек.

$K_{чс}$  – количество чрезвычайных ситуаций, шт.

Эколого-экономическое воздействие чрезвычайных ситуаций определяли по следующим формулам:

$$E_{ев(об)} = \frac{Y_{чс}}{Y_{пог} + Y_{пос}} \quad (4)$$

$$E_{ев} = \frac{Y_{чс}}{Y_{пог}} \quad (5)$$

где  $E_{ев(об)}$  - эколого-экономическое воздействие чрезвычайных ситуаций (с учётом пострадавших), долл. /чел.

$E_{ев}$  - эколого-экономическое воздействие катастроф (без учёта пострадавших), долл. /чел.

$У_{чс}$  – ущерб от чрезвычайных ситуаций природного характера, ден. ед.

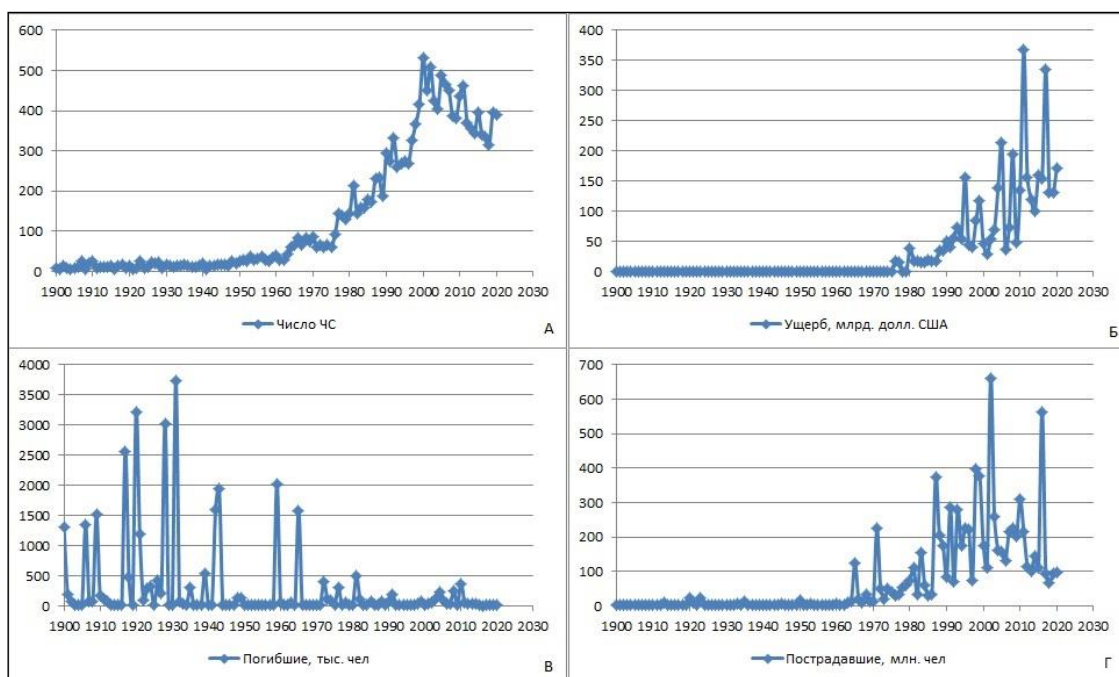
$У_{пос}$  – количество пострадавших от чрезвычайных ситуаций природного характера, человек.

$У_{пог}$  - количество погибших от чрезвычайных ситуаций природного характера, человек.

В качестве базы для расчётов послужили данные Центра эпидемиологии и природных катастроф Бельгии [9, 10].

### Результаты и обсуждение

Проявление чрезвычайных ситуаций различного генезиса, в том числе и природного характера, выражается следующими показателями: количеством выявленных чрезвычайных ситуаций, количеством пострадавших и погибших человек и экономическим ущербом. Количественные характеристики проявления чрезвычайных ситуаций в мире за период с 1900 по 2020 г. представлены на рисунке 1.



**Рис 1.** Количественные характеристики проявления чрезвычайных ситуаций природного характера в мире за период с 1900 по 2020 гг.

*Составлено автором по [9, 10]*

Согласно рисунку 1, в левой части (А), представлено число зафиксированных чрезвычайных ситуаций за период с 1900 по 2020 г. За рассматриваемый период произошло 16038 случаев, при этом среднее число чрезвычайных ситуаций составило 133 в год. Минимальные значения отмечались в начале рассматриваемого периода (5 случаев в год), максимальные в 2000 г. – 532 случая, по сравнению с 1901 годом произошло увеличение числа

чрезвычайных ситуаций в 106 раз. После 2000 года происходило постепенное сокращение числа чрезвычайных ситуаций и к 2020 г. сокращение составило около 30%.

В правом верхнем углу (Б) рисунка 1 отражены данные экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций за период с 1900 по 2020 гг. Суммарный ущерб от природных чрезвычайных ситуаций за весь период составил 3849,1 млрд. долларов США. Средняя величина ущерба составила 31,8 млрд. долларов США, минимальный ущерб составил 0,2 млрд. долларов США, максимальный 367 млрд. долларов США в 2011 г. По сравнению с 1900 г. увеличение произошло в 1835 раз.

В левом нижнем углу (В) представлена информация о количестве погибших от чрезвычайных ситуаций природного характера. За период с 1900 по 2020 г. суммарное количество погибших составило 33703,8 тыс. человек, при этом среднее количество погибших в год составило 278,5 тыс. человек. Максимальное количество погибших отмечалось в 1931 г. (3730 тыс. человек), минимальное в 2016 г (8,7 тыс. человек). В целом можно отметить тенденцию на сокращение количества погибших от чрезвычайных ситуаций природного характера, что многие специалисты связывают с возможностью государств противостоять природным стихиям.

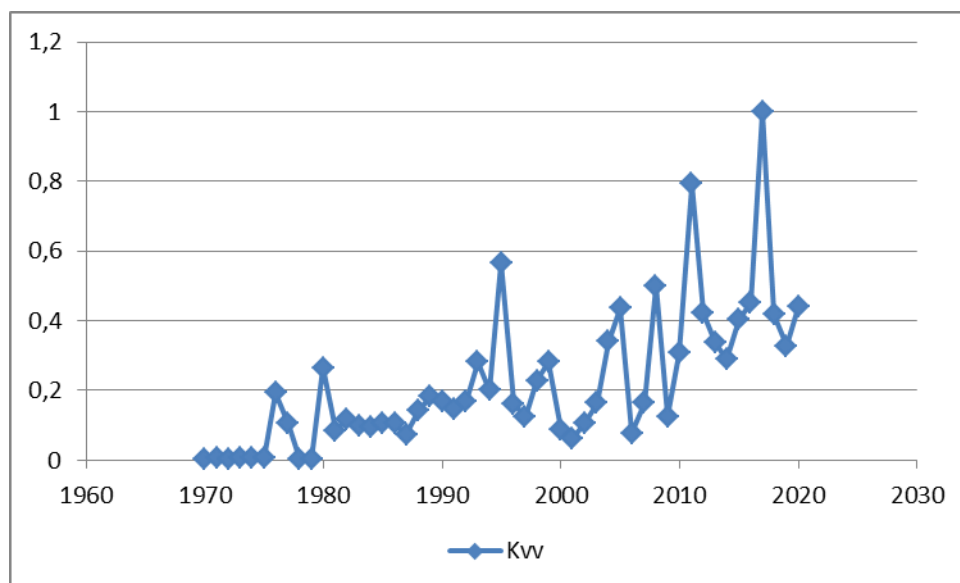
В отличие от погибших, численность которых неуклонно сокращается, количество пострадавших от чрезвычайных ситуаций природного характера возрастает в мире. Суммарное количество пострадавших за исследуемый период составило 8807,7 млн. человек, что больше современной численности людей на нашей планете. Среднее количество пострадавших составило 73,4 млн. человек, максимум пострадавших отмечался в 2002 г. (662 млн. человек), минимум в 1900 г. (5 млн. человек). В целом, за период с 1900 по 2002 гг. количество пострадавших увеличилось в 132,4 раза.

Далее перейдём к рассмотрению эколого-экономической компоненты в проявлении чрезвычайных ситуаций природного характера.

Остановимся на коэффициенте вредного воздействия природных чрезвычайных ситуаций, суть которого состоит в том, чтобы показать, сколько приходится ущерба на одну чрезвычайную ситуацию. Результаты расчёта представлены на рисунке 2.

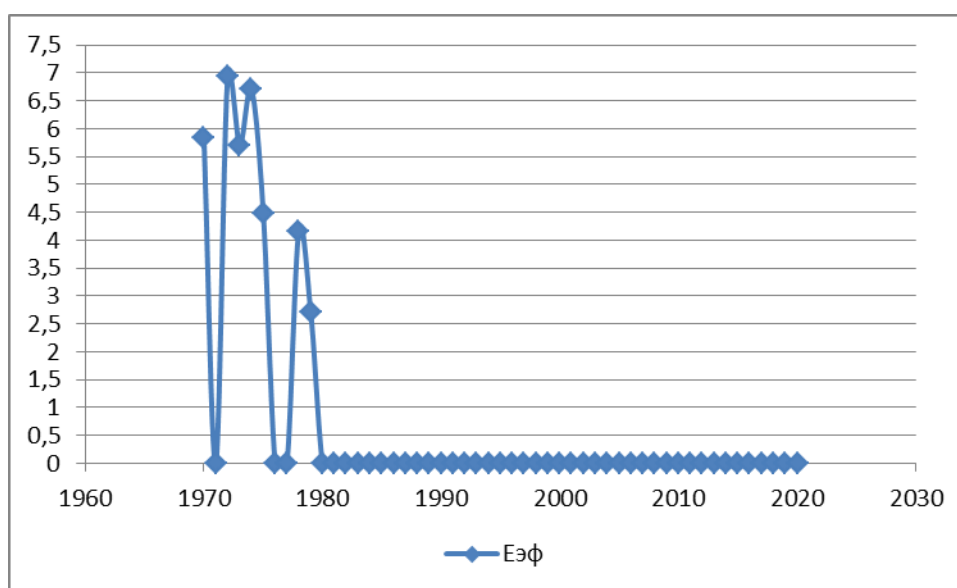
За период с 1970 по 2017 гг. рост ущерба от одной чрезвычайной ситуации в мире вырос в 500 раз. Минимальное значение отмечалось в 1970 г. и составило 0,002 млрд. долларов США на одну чрезвычайную ситуацию, максимальное в 2017 г. и равнялось 1 млрд. долларов США. За период с 1970 по 2020 гг. средняя величина на одну чрезвычайную ситуацию составила 0,21 млрд. долларов США. Таким образом, коэффициент вредного воздействия природных чрезвычайных ситуаций имел тенденцию к увеличению.

Далее перейдём к рассмотрению эколого-экономической эффективности воздействия чрезвычайных ситуаций природного характера (Рис. 3).



**Рис. 2.** Динамика коэффициента вредного воздействия природных чрезвычайных ситуаций за период с 1970 по 2020 гг.

*Составлено автором*



**Рис. 3.** Эколого-экономическая эффективность воздействия чрезвычайных ситуаций природного характера за период с 1970 по 2020 гг.

*Составлено автором*

Суть данного показателя сводится к оценке влияния на ВВП стран мира, то есть отражает долю чрезвычайных ситуаций природного характера в общем ущербе от чрезвычайных ситуаций различного генезиса.

Анализ рисунка 3 показал, что в период с 1970 по 1979 гг. доля ущерба от чрезвычайных ситуаций природного характера от доли ВВП стран мира от 0,0001 до 6,7, далее эта доля сокращалась, при этом количество и ущерб от чрезвычайных ситуаций возрастал. Такая ситуация связана с тем, что с 1979 по 2020 гг. ВВП стран мира увеличился в 7,63 раза. За период с 1970 по 2020 гг.

средняя величина ущерба от чрезвычайных ситуаций природного характера от величины ВВП стран мира равнялась 0,71%.

Результаты оценки мощности воздействия чрезвычайных ситуаций на окружающую среду представлены на рисунке 4.

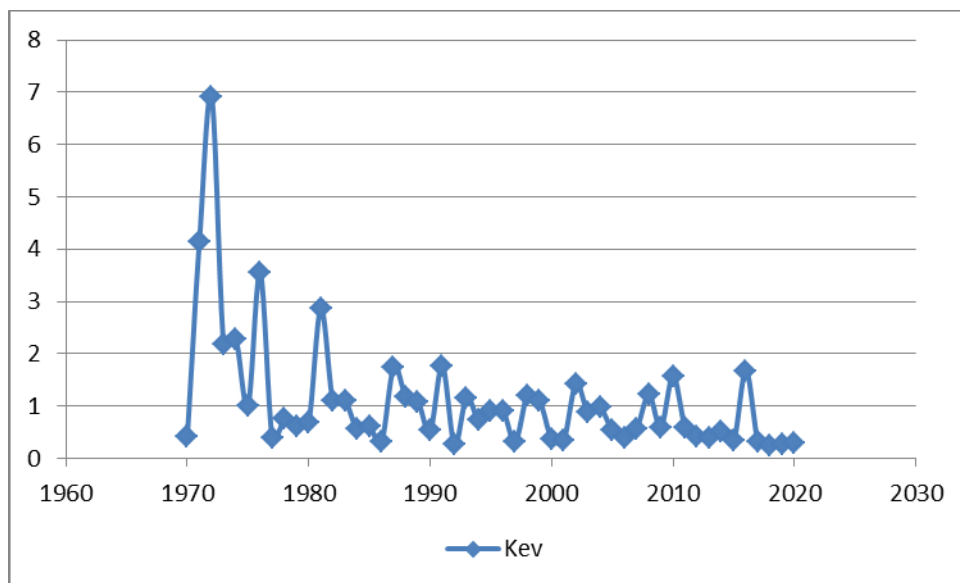


Рис. 4. Коэффициент экологического воздействия на территорию чрезвычайных ситуаций природного характера, чел./ ед. за период с 1970 по 2020 г.

Составлено автором

Коэффициент экологического воздействия на территорию показывает экологическое влияние чрезвычайных ситуаций природного характера на рассматриваемой территории, то есть сколько приходится общих людских потерь на одну чрезвычайную ситуацию. За период с 1970 по 2020 гг. среднее значение коэффициента экологического воздействия составило 1,1, то 1,1 миллиона человек на одну чрезвычайную ситуацию. Максимальное значение отмечалось в 1972 г. (6,9), минимальное отмечалось в 2018 г. (0,25).

Эколого-экономическое воздействие катастроф представлено на рисунке 5.

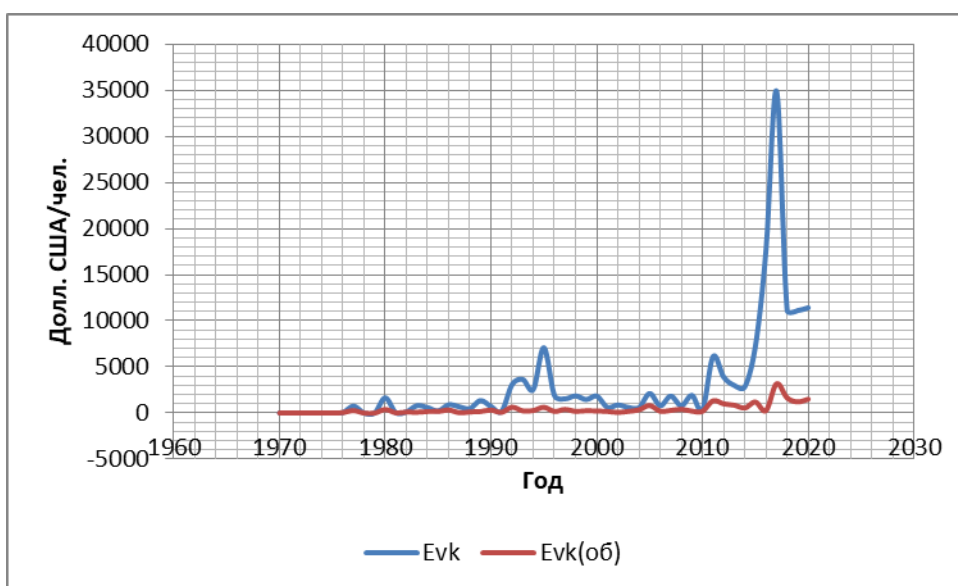
Данный показатель показывает, сколько приходится потерь на одного человека, измеряемая в долларах США на человека. Рассчитывается данный коэффициент либо только в отношении погибших от чрезвычайных ситуаций природного характера, либо с учётом числа пострадавших, численность которых значительно больше числа погибших.

За период с 1970 по 2020 гг. коэффициент эколого-экономического воздействия природных чрезвычайных ситуаций изменялся от менее 1 доллара США на человека (0,75 доллара США) до 34896 долларов США на человека, за исследуемый период средняя величина составила 3014 долларов на человека.

Коэффициент эколого-экономического воздействия природных чрезвычайных ситуаций с учётом численности пострадавших изменялся от 0,6 долларов США до 3184 долларов США на одного человека, при этом средняя величина составила 414 долларов США на человека.

В целом можно сказать, что динамика коэффициента эколого-экономического воздействия природных чрезвычайных ситуаций имеет

тенденцию к росту, что говорит о возрастающей роли природных чрезвычайных ситуаций в экономической и экологической составляющей жизни стран мира.



**Рис. 5.** Эколого-экономическое воздействие чрезвычайных ситуаций природного характера, доллар США на человека за период с 1970 по 2020 гг.

*Составлено автором*

Эколого-экономические показатели по видам природных чрезвычайных ситуаций за период с 1970 по 2015 гг. представлены в таблице 1

**Таблица 1**

Эколого-экономические показатели по видам природных чрезвычайных ситуаций за период с 1970 по 2015 гг.

Показатель	Год									
	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
<b>Биологические чрезвычайные ситуации</b>										
<i>K<sub>vv</sub></i>	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eэф</i>	0	7,49	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kев</i>	5	5	1,1	0,71	0,5	17,5	8,7	9,1	74,2	8,5
<i>Eев</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Климатические чрезвычайные ситуации</b>										
<i>K<sub>vv</sub></i>	0	0	0,25	0,11	0,88	0,02	0,14	0,14	0,26	0,02
<i>Eэф</i>	0	0	0,000	0,000	0,000	9,6	0,0002	1	9,36	1,33
<i>Kев</i>	1,25	3,3	588,8	0,6	1118,2	667,3	1403,6	857,4	2175,2	27,5
<i>Eев</i>	0	0	4,3	1,9	1,5	3,0	8,5	5,0	2,07	1,0
<b>Геофизические чрезвычайные ситуации</b>										
<i>K<sub>vv</sub></i>	0,6	0	2,8	0,65	0,37	4,96	0,027	0,21	1,8	0
<i>Eэф</i>	0,00	0	0,006	0,001	0,000	0,005	2,97	0,000	0,000	0

*Оценка эколого-экономической компоненты в проявлении чрезвычайных ситуаций природного характера*

	1				7			1	8	
<i>Кев</i>	278	1,85	74,4	155,1	52,9	69,03	116,2	214,4	247,5	400,6
<i>Еев</i>	0,00 0003	0	8,67	5,0	4,19	1,77	0,0000 01	8,97	2,38	0
<b>Гидрологические чрезвычайные ситуации</b>										
<i>Квв</i>	0,15	0,22	0,06	0,12	0,12	0,39	0,19	0,10	0,38	0
<i>Еэф</i>	0,00 08	0,000 7	0,000 2	0,000 5	0,000 3	0,001	0,001	0,000 4	0,001	0
<i>Кев</i>	100, 5	45,9	930,4	297,0 3	687,6	1772, 8	406,4	143,5	895,0	27,1
<i>Еев</i>	0,00 0000 3	5,0	3,0	8,0	8,0	4,3	3,6	2,2	8,4	0
<b>Метеорологические чрезвычайные ситуации</b>										
<i>Квв</i>	0,08	0,33	0,23	0,22	0,13	0,23	0,46	1,39	0,25	0,01 9
<i>Еэф</i>	0,00 05	0,001	0,000 8	0,000 9	0,000 8	0,000 7	0,001	0,004	0,000 4	1,33
<i>Кев</i>	348, 3	33,3	425,5	118,9	126,6	159,6	120,3	312,5	73,6	38,5
<i>Еев</i>	1,6	0,000 01	5,5	6,84	6,6	7,3	0,0000 6	3,72	5,17	3,33

*Составлено автором*

Анализ данных таблицы 1 показывает, что по видам природных чрезвычайных ситуаций за период с 1970 по 2020 гг. в десятилетнем разрезе эколого-экономические показатели проявления природных опасностей изменялись от нулевых значений до максимальных. Так, по большинству показателей минимальные значения были у биологических чрезвычайных ситуаций.

Коэффициент вредного воздействия отмечен максимальными значениями для метеорологических чрезвычайных ситуаций, в меньшей доле для гидрологических, климатических и геофизических чрезвычайных ситуаций.

Эколого-экономическая эффективность воздействия чрезвычайных ситуаций природного характера по видам чрезвычайных ситуаций изменялась в широком диапазоне от нулевых значений до 9,6.

Мощность экологического воздействия чрезвычайных ситуаций на ВВП стран мира по видам природных чрезвычайных ситуаций изменялась следующим образом: биологические от 0,71 до 74,2 чел./ед.; климатические от 0,6 до 2175,2 чел./ед.; геофизические от 1,85 до 400,6 чел./ед.; гидрологические от 27,1 до 1772,8 чел./ед.; метеорологические от 33,3 до 425,5 чел./ед. Широкий диапазон экологического воздействия обусловлен широким спектром воздействия природных чрезвычайных ситуаций.

Эколого-экономическое воздействие катастроф (без учёта пострадавших), долл. /чел. Изменялось также в широких диапазонах. Так, биологические изменялись от 0 до 5 долл. /чел.; климатические от 0 до 8,5 долл. /чел.;



геофизические от 0 до 8,97 долл. /чел.; гидрологические от 0 до 8,4 долл. /чел.; метеорологические от 0,00001 до 6,84 долл. /чел. Таким образом, эколого-экономическое воздействие природных чрезвычайных ситуаций изменялось от нуля до 8,97 долл. /чел., при этом постоянного повышения этого воздействия не было, оно изменялось по-разному.

### Выводы

В результате проведённых исследований получены следующие результаты:

1. Рассмотрены количественные значения проявления чрезвычайных ситуаций природного характера за период с 1900 по 2020 гг.
2. Предложены эколого-экономические параметры проявления чрезвычайных ситуаций природного характера.
3. За период с 1970 по 2020 гг. отмечалась тенденция к увеличению проявления эколого-экономических параметров проявления природных чрезвычайных ситуаций, что говорит о росте экологических и экономических последствий от проявления природных опасностей.

### Литература

1. Косяченко С. А. и др. Модели, методы и автоматизация управления в условиях чрезвычайных ситуаций // Автоматика и телемеханика. Вып. 6, 1998. С. 3-66.
2. Шульц В. Л. и др. Методы планирования и управления техногенной безопасностью на основе сценарного подхода // Национальная безопасность, № 2 (25), 2013. С. 198-216.
3. Мягков С. М. География природного риска. М.: Изд-во МГУ, 1995. 223 с.
4. Мазур И. И., Иванов О. П. Опасные природные процессы. Вводный курс: Учебник. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. 702 с.
5. Баринов А. В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них. М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. 496 с.
6. Акимов В. А., Новиков В. Д., Радаев Н. Н. Природные и техногенные ЧС: опасности, угрозы, риски. М, 2001. 344 с.
7. Шойгу С. К., Воробьёв Ю. Л., Владимиров В. А. Катастрофы и государство. М.: Энергоатомиздат, 1997. 512 с.
8. Edward Bryant. Natural hazards. Cambridge, Cambridge University Press, 2006. 312 p.
9. EM-DAT: The Emergency Events Database - Université catholique de Louvain (UCL) - CRED, D. Guha-Sapir [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.emdat.be](http://www.emdat.be).
10. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cred.be>.

**R. Knaub**

***Assessment of the ecological and economic component in the manifestation of natural emergencies***

---

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation  
e-mail: [knaybrv@mail.ru](mailto:knaybrv@mail.ru)

**Abstract.** *The article discusses the ecological and economic components in the manifestation of natural emergencies for the period from 1900 to 2020. Formalized indicators are proposed for assessing the environmental and economic consequences of natural emergencies, including the coefficient of the harmful effects of emergencies, the coefficient of environmental impact on the territory, ecological and economic the impact of emergencies. The quantitative characteristics of the manifestation of natural emergencies in the world for the period from 1900 to 2020 are considered: the number of emergencies, the number of deaths and injuries, and material damage. It was found that the period under consideration was characterized by a gradual increase in damage from emergencies; a significant increase was noted since the beginning of the 1970s.*

*The formalized indicators of the ecological and economic consequences of natural emergencies mainly changed upward. Thus, the coefficient of the harmful effects of natural emergencies tended to increase over the period from 1970 to 2020. For the period from 1970 to 2020, the coefficient of the environmental and economic impact of natural emergencies varied from less than 1 US dollar per person (0.75 US dollars) up to 34896 US dollars per person, during the study period the average value was 3014 dollars per person.*

*Formalization of the consequences of catastrophes makes it possible to increase the efficiency of management of sustainable development of territories in the context of the increasing impact of emergencies of natural genesis.*

**Keywords:** *natural emergencies, coefficient of harmful effects, ecological and economic efficiency of the impact of natural emergencies, the power of environmental impact.*

### **References**

1. Kosyachenko S.A. and other Models, methods and automation of control in emergency situations // Automation and telemechanics. Issue 6, 1998. P. 3-66. (in Russian)
2. Shultz VL et al. Methods for planning and managing technogenic safety based on the scenario approach // National Security, № 2 (25), 2013. P. 198-216. (in Russian)
3. Mazur I. I., Ivanov O. P. Dangerous natural processes. Introductory course: Textbook. M: ZAO Publishing House "Economics", 2004. 702 p. (in Russian)
4. Myagkov S. M. Geography of natural risk. M.: Publishing house of Moscow State University, 1995. 223 p. (in Russian)
5. Barinov A. V. Natural emergencies and protection against them. M.: Publishing house VLADOS-PRESS, 2003. 496 p. (in Russian)
6. Akimov V. A., Novikov V. D., Radaev N. N. Natural and man-made emergencies: hazards, threats, risks. M, 2001. 344 p. (in Russian)
7. Shoigu S. K., Vorobiev Yu. L., Vladimirov V. A. Disasters and the state. M: Energoatomizdat, 1997. 512 p. (in Russian)
8. Edward Bryant. Natural hazards. Cambridge, Cambridge University Press, 2006. 312 p. (in English)
9. EM-DAT: The Emergency Events Database - Université catholique de Louvain (UCL) - CRED, D. Guha-Sapir. URL: [www.emdat.be](http://www.emdat.be). (in English)
10. Center for Research on the Epidemiology of Disasters. URL: <http://www.cred.be>. (in English)

*Поступила в редакцию 21.01.2022г.*