

**Заключение:**

1. Данные с тепловизора существенно расширяют качество диагностики.
2. Если данные передавать непосредственно машинисту, то это позволит вести контроль в реальном масштабе времени и как следствие принимать оперативно решения.
3. За последние три года стоимость тепловизоров снизилась на порядок, что позволяет снабдить практически все поезда тепловизорами без существенных финансовых затрат.

**Литература**

1. Криворудченко В.Ф., Ахмеджанов Р.А. Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта: Учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта /Под ред. В.Ф Криворудченко. – М.: Маршрут. - 2005. – 436с.
2. Исследование температурных режимов тягового подвижного состава железнодорожного транспорта тепловизором: /Быков И.Г., Петров М.Н., Пугач А.И. // Научное издание под ред. проф. Петрова М.Н. – Красноярск. - 2015 г. – 115 с.
3. Практическое руководство по термографии. Литература поставляется в комплекте с тепловизором; [www.termografia.ru](http://www.termografia.ru)

**Сведения об авторе**

*Петров Михаил Николаевич* – профессор, главный научный сотрудник Сибирского государственного университета науки и технологии им. М.Ф. Решетнева, (Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31), тел. 8 (391) 2 93 20 70, e-mail: [mnp\\_kafes@mail.ru](mailto:mnp_kafes@mail.ru).

УДК 376.1; 349.6

DOI: 10.36535/0869-4176-2020-02-5

**ВОПРОСЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ, РЕМЕДИАЦИИ  
И ЭКОНОМЕТРИКИ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ  
СИТУАЦИЙ**

*Н.И. Керимов*

**Национальное аэрокосмическое агентство  
г. Баку, Азербайджанская Республика**

*Проанализированы вопросы идентификации, ремедиации и эконометрики чрезвычайных ситуаций, возникающих по природным или антропогенным причинам. Природные и антропогенные бедствия существенно влияют на все аспекты общества, включая экономику и окружающую среду. Современные дистанционные методы исследования таких событий позволяют формировать основные количественные оценки при реализации контрольных процедур изучения состояния сторон, подвергнувшихся воздействию при-*

родных или антропогенных бедствий. Наиболее распространенными чрезвычайными событиями в современном мире являются цунами, землетрясения, финансовые кризисы, терроризм, восстания и войны. Эти события приводят к огромным социальным экологическим потерям, особенно в малоразвитых странах. Следовательно, разработка объективных эконометрических моделей природных и антропогенных бедствий в случаях как их отдельного, так и совместного появления является актуальной задачей. В статье показано, что на основе известной модели зависимости приращения уровня благосостояния от приращений доходов на душу населения, а также модели зависимости дохода на душу населения от природных и антропогенных бедствий может быть сформировано уравнение зависимости изменения благосостояния из-за природных и антропогенных бедствий. Далее, полученное уравнение может быть применено к исследуемому государственному образованию, состоящему из множества автономных регионов, подвергнувшихся в разной степени воздействию этих бедствий. Как результат появляется возможность сформировать оптимизационную задачу вычисления условий, при которых средне-суммарное уменьшение благосостояния населения из-за возникшей чрезвычайной ситуации по всему рассматриваемому государственному образованию достигло бы минимальной величины.

**Ключевые слова:** чрезвычайные происшествия, оптимизация, модель, антропогенные и природные чрезвычайные события, идентификация, эконометрика.

## QUESTIONS ON IDENTIFICATION, REMEDIATION AND ECONOMETRICS OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC EMERGENCIES

*N.I. Kerimov*

**National Aerospace Agency  
Baku city, Azerbaijan Republic**

*The questions on identification, remediation and econometrics of emergencies occurred due to natural and anthropogenic reasons are analyzed. Natural and anthropogenic emergencies are seriously effects on all aspects of society, including economics and environment. At the contemporary remote methods of investigation of such cases make it possible to form major quantitative estimates of realization of control procedures for research of condition of sides effected by natural and anthropogenic emergencies. The most propagated emergencies in modern world are tsunamis, earthquakes, financial crises, terrorism. Such cases leads to huge social ecological losses, especially in non –developed countries. Accordingly development of objective econometric models of natural and anthropogenic models of natural and anthropogenic emergencies in both the separate or joint appearance cases is actual task. In the paper it is shown that the equation of dependence of change of well-being due to natural and anthropogenic emergencies can be formed on the basis of known model of dependence well-being level on increment of per capita incomes and model of dependence of per capita income on natural and anthropogenic emergencies. Then the derived equation can applied to researched state regional structure composed of set of autonomous regions suffered effect of these emergencies. As a result the possibility to form the optimization task on calculation of conditions upon which the averaged decrement of population well-being due to occurred emergency on all considered state structure could reach the minimum value.*

**Keywords:** emergency, optimization, model, anthropogenic and natural emergencies, identification, econometrics.

## Введение

Общеизвестно, что [1], способность проведения работ по устранению последствий произошедших антропогенных и природных чрезвычайных событий является основой для проведения успешных ремедиационных работ. Виды деятельности осуществляемых после таких бедствий проиллюстрированы на рис. 1 [1].

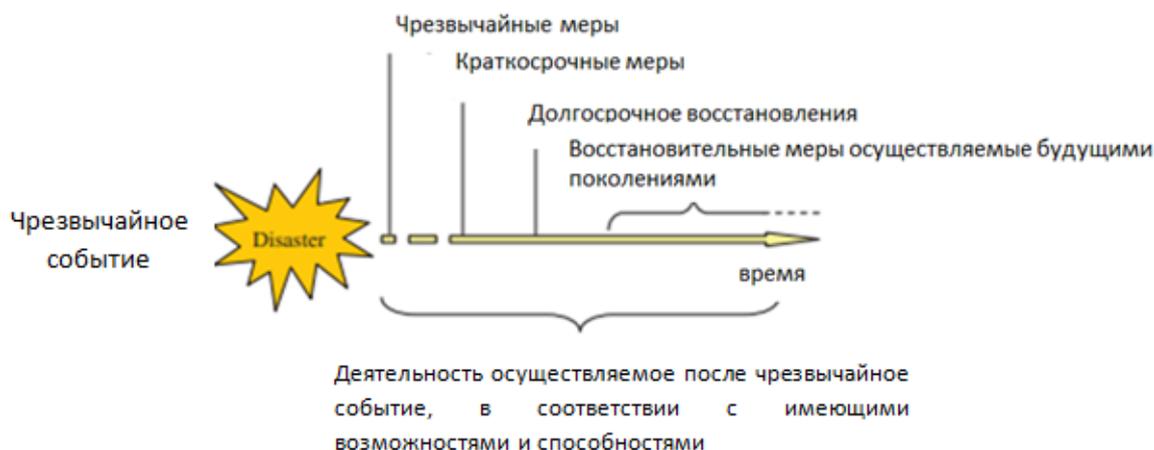


Рис. 1. Виды деятельности осуществленных после произошедших природных или антропогенных чрезвычайных событий

В работе [1] введен на рассмотрение показатель "Индекс воздействия чрезвычайного происшествия" (Disasters Impact Index) (*DII*) определяемый как

$$DII(t) = DRI(O^-) - DRI(t) \quad (1)$$

где  $DRI(O^-)$  – индекс восстановления бедствия ( $DRI$ ) непосредственно перед чрезвычайным событием;  $DRI$  – показатель уровня благосостояния общества до чрезвычайного события;  $DRI(t)$  – то же в момент  $t$  после события.

Частотность произошедших за период 1960-2010г. природных и антропогенных бедствий графически показана на рис. 2.

Как отмечается в работе [2], природные и антропогенные бедствия имеют потенциал воздействия на все аспекты общества, включая экономику и окружающую среду. Спектроскопические методы исследования таких событий обладают потенциалом формирования основных количественных оценок проведения диагностических процедур изучения состояния сторон, подвергнувшихся воздействию чрезвычайных событий.

В работе [2] рассмотрено некоторое множества характерных и значительных природных и антропогенных бедствий, обнаружение мониторинг и оценка которых может быть осуществлено в оптическом диапазоне от видимого до коротковолнового инфракрасного диапазона. К таким бедствием отнесены следующие [2]:

1. Распространение кислот в окружающей среде из-за антропогенной деятельности (A,AD);
2. Распространение кислот в окружающей среде из-за природносвязанных социальных причин (S-N,AD);
3. Распространение пыли (аэрозолей) из-за антропогенной деятельности (A,FD);
4. Распространение пыли (аэрозолей) по природным причинам (N,FD);
5. Эмиссия в атмосферу из-за антропогенной деятельности (A,AE);

6. Загрязнение окружающей среды углеводородами (НС,С);
7. Эмиссия в атмосферу из-за природных процессов (N,AE);
8. Природно образующиеся загрязненные почвы и камни (NOHSR);

Возможности использования спутниковых средств дистанционного зондирования в указанных целях показаны в табл. 1.

Таблица 1

Вид бедствия	Сенсор	Спектральный диапазон	Постранственное разрешение	Охват участка
A,AD; A,AE; N,AE; NOHSR; HC	AVIRIS-C	360-2500 нм	5-20 м	5-12.5 км <sup>2</sup>
A,AE	AVIRIS-NG	380-2520 нм	0.4-3.5 м	переменный
A,AD; S-N,AD; A,FD	Hy MAP	450-24800 нм	3.5-10 м	7.5-100 км <sup>2</sup>
A-AD	Prospect TIR	398-2455 нм	2 м	-
A,FD	Hyperion	400-2500 нм	30 м	750 км <sup>2</sup>
A,AD	MIVIS	430-12700 нм	3.5 м	32 км <sup>2</sup>

Как отмечается в работе [3], наиболее распространенными природными и антропогенными бедствиями на Земле являются цунами, землетрясения, финансовые кризисы, терроризм, восстания и войны. Эти бедствия приводят к огромным социальным экологическим потерям, особенно в малоразвитых странах. Следовательно, разработка объективных эконометрических моделей природных и антропогенных бедствий в случаях как их раздельного, так и совместного появления является актуальной задачей.

### Существующие эконометрические модели

Вкратце рассмотрим наиболее характерные экономические модели. Согласно данным, приведенным в [4,5] за период с 1980г по 2004г в результате произошедших приблизительно 7000 природных бедствий на земле погибли два миллиона человек и пострадали около пяти миллионов человек. Оцененный экономический общий ущерб составил приблизительно 1 триллион долларов. В работе [6] (Hallgatte and Przulski, 2010) потери из-за природных бедствий подразделяются на прямые и косвенные убытки. Прямые убытки это те, которые возникли в результате непосредственной физической природы самого бедствия. Косвенные потери определяются в качестве убытков последствий, возникающих из-за исходного бедствия.

Для количественной оценки воздействия природных и антропогенных бедствий на благосостояние населения следует определить критерий оценки уровня благосостояния.

Согласно [3], для этой цели можно воспользоваться следующей эконометрической моделью:

$$\Delta \log C_{it} = a_0 + a_1 \Delta \log Y_{it} + a_2 + a_i + V_{2t} \quad (2)$$

где  $\Delta$  – является оператором вычисления первичной разности;  $C$  – показатель уровня благосостояния в виде уровня потребления на одного человека;  $i$  – указывает на регион;  $t$  – год;  $Y$  – общий валовый продукт на душу населения;  $a_1$  – показатель чувствительности;  $a_i$  – коэффициент, характеризующий рассматриваемый регион;  $a_t$  – коэффициент характеризующий текущее время;  $V$  – показатель погрешности методики вычисления.

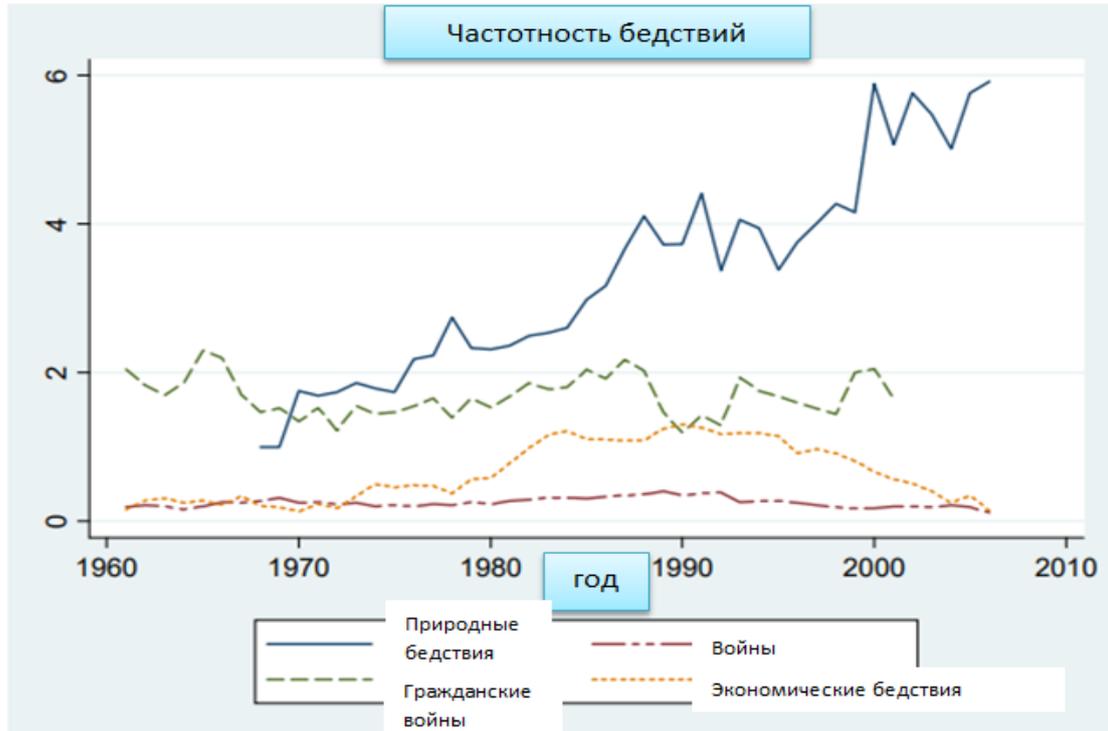


Рис. 2. Распределение частотности появления природных и антропогенных чрезвычайных происшествий по годам

Анализ, проведенный в [3] показал, что изменение уровня дохода на душу населения может быть оценено следующим образом:

$$\Delta \log Y_{it} = N_{it} \cdot \beta_N + W_{it} \beta_w + E_{it} \cdot \beta_E + \gamma_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

где  $N$ ,  $W$ ,  $E$  – представляют множество параметров, относящихся соответственно к природным бедствиям, войнам и конфликтам, а также экономическим кризисам;  $\gamma_i$  и  $\gamma_t$  – показатели, характеризующие соответственно рассматриваемую страну и время.

### Предлагаемая модель и ее оптимизация

Таким образом, в уравнении (3) изменение дохода на душу населения подразделяется на три составляющие: (1)  $N_{it} \cdot \beta_N$  – доля изменения этого дохода из-за природных бедствий; (2)  $W_{it} \beta_w$  – доля изменения поголового дохода из-за войн и конфликтов; (3)  $E_{it} \beta_E$  – доля изменения из-за экономических кризисов.

С учетом выражений (2) и (3) получим

$$\Delta \log C_{it} = a_0 + a_1 N_{it} \cdot \beta_N + a_1 W_{it} \cdot \beta_w + a_1 \gamma_i + a_1 \gamma_t + a_1 \varepsilon_{it} + a_i + a_t + V_{it} \quad (4)$$

Приняв в (4) следующее допущение:

$$a_0 + a_1 \gamma_i + a_1 \gamma_t + a_1 \varepsilon_{it} + a_i + a_t + V_{it} = C = const \quad (5)$$

выражение (4) перепишем в виде.

$$\Delta \log C_{it} = b_N \cdot N_{it} + b_W \cdot W_{Vi} + b_E E_{it} \quad (6)$$

где

$$\Delta \log C_{it} = \Delta \log C_{it} - C \quad (7)$$

$$b_N = a_1 \cdot \beta_N; b_W = a_1 \cdot \beta_W; b_E = a_1 \cdot \beta_E \quad (8)$$

Уравнение (6) позволяет сформировать оптимизационную задачу минимизации уменьшения благосостояния людей единого государственного образования, пострадавшего из-за присутствия факторов  $N$ ,  $W$  и  $E$ . Считаем, что государственное образование состоит из  $n$  числа автономных регионов, при этом все регионы в одинаковой степени страдают от возникновения событий  $N_i$ ,  $W_i$  и  $E_i$  при  $i = \overline{1, n}$ . Следовательно, для государственного образования, состоящего из  $n$  числа регионов имеем следующую систему уравнений

$$\begin{aligned} \Delta \log C_{1t} &= b_N \cdot N_{1t} + b_W \cdot W_{1V} + b_E E_{1t} \\ \Delta \log C_{2t} &= b_N \cdot N_{2t} + b_W \cdot W_{2V} + b_E E_{2t} \\ \Delta \log C_{nt} &= b_N \cdot N_{nt} + b_W \cdot W_{nV} + b_E E_{nt}. \end{aligned} \quad (9)$$

Покажем как на основе системы уравнений (9) можно сформировать оптимизационную задачу, суть которой заключается в выборе таких коэффициентов  $b_N$ ,  $b_W$  и  $b_E$ , при которых средне-суммарная величина уменьшения благосостояния по регионам достигла бы минимума.

Для формирования вышеуказанной оптимизационной задачи, прежде всего, сформируем ограничительные условия, смысл которых заключается в нормировании уменьшения благосостояния в конкретном регионе:

$$\begin{aligned} b_N \cdot N_{1t} + b_W \cdot W_{1V} + b_E E_{1t} &\leq C_1 \\ b_N \cdot N_{1t} + b_W \cdot W_{1V} + b_E E_{1t} &\leq C_2 \\ b_N \cdot N_{1t} + b_W \cdot W_{1V} + b_E E_{1t} &\leq C_n \end{aligned} \quad (10)$$

В добавлении к ограничительным условиям (10), сформируем целевую функцию оптимизации в следующем виде:

$$F = b_N \cdot \frac{\sum_{i=1}^3 N_{it}}{3} + b_W \cdot \frac{\sum_{i=1}^3 W_{iV}}{3} + b_E \cdot \frac{\sum_{i=1}^3 E_{it}}{3} \quad (11)$$

Таким образом, решение оптимизационной задачи (10), (11) заключается в нахождении таких коэффициентов  $b_N$ ,  $b_W$  и  $b_E$ , которые при выполнении условий (10) привели бы к минимуму значения  $F$ .

Данная задача линейного программирования может быть решена симплексным методом или графически, путем геометрических построений. Однако, геометрическое реше-

ние теряет свою наглядность при увеличении количества искомым коэффициентов больше двух. Приведем условный пример решения задачи линейного программирования с двумя неизвестными при  $n=4$ . Условное геометрическое решение задачи показано на рис. 3. (показан случай  $b_W=0$ ; т.е. рассматривается случай, когда войны отсутствуют).

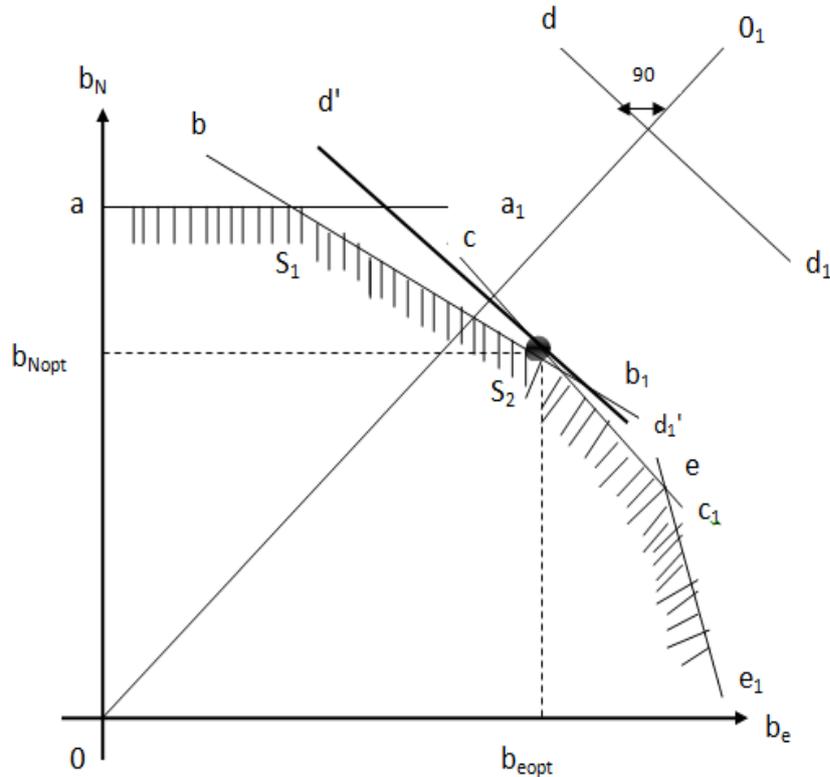


Рис. 3. Условный пример геометрического решения задачи линейного программирования

Решение, показанное на рис. 3 соответствует следующей системе ограничительных условий

$$b_N \cdot N_{1t} + b_E E_{1t} \leq C_1 \quad (12.1)$$

$$b_N \cdot N_{2t} + b_E E_{2t} \leq C_2 \quad (12.2)$$

$$b_N \cdot N_{3t} + b_E E_{3t} \leq C_3 \quad (12.3)$$

$$b_N \cdot N_{nt} + b_E E_{nt} \leq C_n \quad (12.4)$$

При этом целевая функция (11) имеет следующий вид:

$$F_1 = b_N \cdot \frac{\sum_{i=1}^4 N_{it}}{4} + b_E \cdot \frac{\sum_{i=1}^4 E_{it}}{4} \quad (13)$$

На рис. 3 приняты следующие обозначения:  $aa_1$  – ограничительная линия, соответствующая условию (12.1);  $bb_1$  – ограничительная линия, соответствующая условию (12.2);  $cc_1$  – ограничительная линия, соответствующая условию (12.3);  $ee_1$  – ограничительная линия, соответствующая условию (12.4);  $oo_1$  – центральная линия, сформирования на ос-

нове выражения (13), в виде вектора, с компонентами  $b_N \cdot \frac{\sum_{i=1}^3 N_{it}}{3}$ ;  $b_E \cdot \frac{\sum_{i=1}^3 E_{it}}{3}$ ;  $dd_1$  – основание опорной плоскости  $d'd_1'$  – смешенное основание опорной плоскости;  $S_1, S_2$  – узловые точки;  $b_{Nopt}, b_{Eopt}$  – вычисленные оптимальные значения  $b_{Nopt}$  и  $b_{Eopt}$ .

### Заключение

Таким образом, показано, что на основе известной модели зависимости приращения уровня благосостояния от приращений доходов на душу населения, а также модели зависимости дохода на душу населения от природных и антропогенных бедствий может быть сформировано уравнение зависимости изменения благосостояния из-за природных и антропогенных бедствий. Далее, полученное уравнение может быть применено к исследуемому государственному образованию, состоящему из множества автономных регионов, подвергнувшихся в разной степени воздействию этих бедствий. Как результат появляется возможность сформировать оптимизационную задачу вычисления условий, при которых средне-суммарное уменьшение благосостояния населения из-за возникшей чрезвычайной ситуации по всему рассматриваемому государственному образованию достигло бы минимальной величины.

### Литература

1. Gardoni P., Murhpy C. Recovery from natural and man-made disasters as capabilities restoration and enhancement// Int. J. Sus. Dev. Plann. - 2008. Vol. 3. No. 4. Pp. 317-333.
2. Ong C., Carrere V., Chabrillat S., Clark R., Hoefen T., Kokaly R., Marion R., Souza Filho C. R., Swayze G., Thompson D. R. Imaging spectroscopy for the detection assessment and monitoring of natural and anthropogenic hazards// Surveys in Geophysics. - 2019. Vol. 40. Pp. 431-470. <https://doi.org/10.1007/s10712-019-09523-1>.
3. Sawada Y., Bhattacharya R., Kotera T. Aggregate impacts of natural and man-made disasters: a quantitative comparison// RIETI Discussion Paper Series 11-E-023.
4. Sawada Y., Satoshi S. How do people cope with natural disasters? Evidence from the Great Hanshin-Awaji (Kobe) Earthquake in 1995// Journal of Money. - 2008. Credit and Banking 40. Pp. 463-88.
5. Stromberg D. Natural disasters, economic development and humanitarian aid// Journal of Economic Perspectives. - 2007. Vol. 21(3). Pp. 199-222.
6. Hallegate S., Pruzyluski V. The economic of natural disasters// CESifo Forum. - 2010. Vol. 11. Pp. 14-24.

### Сведения об авторе

**Керимов Натиг Исрафиль оглы**, нач. отдела Национального аэрокосмического агентства, аспирант того же агентства, специализируется в области экологии, чрезвычайных событий и прогнозирования природных аномалий. Автор более 20 статей по данной тематике. [Natig1975@gmail.com](mailto:Natig1975@gmail.com)