

Научная статья
УДК 353.5
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.67.94.002

РАСЧЁТНАЯ МОДЕЛЬ СОЦИАЛЬНОГО ЭФФЕКТА ПРИ ОПОВЕЩЕНИИ НАСЕЛЕНИЯ ОБ УГРОЗЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПАСНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЙ

**Станислав Юрьевич Бутузов¹,
Денис Анатольевич Бережной¹,
Галина Михайловна Бойко²**

¹Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия

²Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

Автор ответственный за переписку: Денис Анатольевич Бережной, berejnoydenis@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены авторские методы расчёта социального эффекта, который наступает при оповещении населения об угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), вызванными опасными метеоусловиями, для обеспечения необходимого уровня безопасности, в том числе на территории Республики Крым.

Для расчёта социального эффекта при оповещении населения об угрозе возникновения ЧС, вызванными опасными метеоусловиями, использован метод регрессионного анализа. В статье предложены критерии, которые влияют на социальный эффект при оповещении населения об угрозе возникновения ЧС. Весовые значения критериев определены методом анализа иерархий. Показатели критериев предложено определять с помощью проведения социального эксперимента. Представлена математическая модель оценки эффективности социального эффекта при оповещении населения об угрозе возникновения и возникновении ЧС, вызванных опасными и неблагоприятными метеоявлениями на основе регрессионного анализа.

Ключевые слова: метеоусловия, социальный эффект, регрессионный анализ, оповещение населения

Для цитирования: Бережной Д.А., Бутузов С.Ю., Бойко Г.М. Расчётная модель социального эффекта при оповещении населения об угрозе возникновения опасных метеоусловий // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2022. № 1 (24). С. 70-76. <https://dx.doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2022.67.94.002>.

Original article

THE CALCULATED MODEL OF THE SOCIAL EFFECT WHEN NOTIFYING THE POPULATION ABOUT THE THREAT OF DANGEROUS WEATHER CONDITIONS

**Stanislav Yu. Butuzov¹,
Denis A. Berezhnoy¹,
Galina M. Boiko²**

¹Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia

²Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

Corresponding author: Denis A. Berezhnoy, berejnoydenis@mail.ru

Abstract. The paper considers the author's methods of calculating the social effect that occurs when notifying the population about the threat of emergency situations (emergencies) caused by dangerous weather conditions to ensure the necessary level of security, including on the territory of the Republic of Crimea.

To calculate the social effect when notifying the population about the threat of an emergency caused by dangerous weather conditions, a regression analysis method was used. The article proposes criteria that affect the social effect when notifying the population about the threat of an emergency. The weight values of the criteria are determined by the hierarchy analysis method. It is proposed to determine the indicators of the criteria by conducting a social experiment. A mathematical model is presented for assessing the effectiveness of the social effect when notifying the population about the threat of an emergency and the occurrence of emergencies caused by dangerous and unfavorable events based on regression analysis.

Key words: weather conditions, social effect, regression analysis, emergency notification of the population

For citation: Berezhnoy D.A., Butuzov S.Yu., Boiko G.M. The calculated model of the social effect when notifying the population about the threat of dangerous weather conditions // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2022. № 1 (24). С. 70-76. <https://dx.doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2022.67.94.002>.

Одним из приоритетных направлений защиты населения от чрезвычайных ситуаций природного характера является предупреждение, в которое входит своевременное оповещение и информирование населения об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 13.11.2012 г. № 1522, проводятся дальнейшие работы по созданию комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении ЧС на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях, целью создания которой является своевременное доведение до каждого человека, находящегося на территории, на которой существует угроза возникновения ЧС, либо в зоне ЧС, достоверной информации об угрозе возникновения или о возникновении ЧС, правилах поведения и способах защиты в такой ситуации.

Так в результате подтоплений ряда населенных пунктов Крыма в июне-июле 2021 года пострадали более четырех тысяч человек, два человека погибли, один пропал без вести. Об этом сообщил глава республики Сергей Аксенов на заседании правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности.

Всего в результате резкого подъема воды было подтоплено 43 населенных пункта в шести муниципальных образованиях Крыма. В зону подтопления попали 524 частных жилых дома, 136 многоквартирных домов и 74 социально значимых объекта. В результате непогоды было повреждено 30 мостов, а также участки автомобильных дорог общей протяженностью более 72 км.

Причинами гибели людей и значительного материального ущерба являются ряд факторов: недостаточных охват населения при оповещении, не своевременность оповещения, халатность самих граждан или не знания правил поведения при неблагоприятных погодных условиях и др. Анализ показал, что система оповещения и информирования населения (далее - СОИН) в Республике Крым не эффективна и требует новых подходов к обеспечению безопасности жизни и здоровья населения.

С целью решения выявленных проблем разработана расчётная модель социального эффекта при оповещении населения об угрозе возникновения опасных метеоусловий на основе регрессионного анализа.

Регрессионный анализ – статистический метод исследования влияния одной или нескольких независимых переменных X_1, X_2, \dots, X_r на зависимую переменную Y [1].

Математическое моделирование оценки социального эффекта при оповещении и информировании населения предлагается провести с использованием базовой модели [1], схематическое изображение которого представлено на рис. 1.



Рис. 1. Схематичное изображение системы информирования и оповещения населения в ЧС: $\mathcal{E} = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$;
 n – количество рассматриваемых критериев x_i

Социальная система управления, в которой отсутствует обратная связь между субъектом и объектом управления, является неэффективной. Если элементы системы не взаимодействуют между собой или это взаимодействие не сбалансировано, формализовано, отсутствует ответная реакция на воздействие, то данная система не может эффективно достигать целей и задач, поставленных в рамках этой системы [2].

Если рассматривать систему оповещения и информирования на территории Республики Крым (рис. 2), то можно говорить, что ответная реакция населения на получение сигнала об опасности возникновения или возникновении чрезвычайной ситуации не изучена и соответственно не применяется для анализа эффективности проведения оповещения в целом [3].

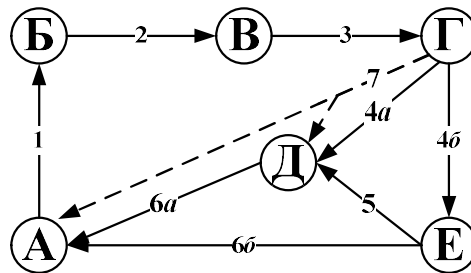


Рис. 2. Автоматизированная модель информирования населения, служб взаимодействия и подчинённых подразделений о неблагоприятных явлениях с учётом обратной связи

1 этап – во внешней среде (А) появляются предпосылки развития ЧС, связанные с ухудшением метеоусловий или опасных явлениях, которые поступают в гидрометцентр (Б);

2 этап – гидрометцентр (Б) автоматически передаёт информацию в автоматизированную программу (В) – систему поддержки принятия решения;

3 этап – прогнозная информация **поступает лицу, принимающему решение (ЛПР) (Г)**;

4а этап – ЛПР (Г) передает информацию населению (Д) через средства оповещения;

4б этап – ЛПР (Г) передает информацию службам взаимодействия (Е) через средства оповещения;

5 этап – службы взаимодействия (Е) влияют на население (Д);

6а этап- ответная реакция на внешнюю среду (А) от населения (Д) (обеспечение собственной безопасности и безопасности окружающих);

6б этап – ответная реакция на внешнюю среду (А) от служб взаимодействия (Е) (ликвидация ЧС, обеспечение жизнедеятельности населения);

7 этап – наблюдение за ответной реакцией населения (Д) и дальнейшим развития внешней среды (А).

Предлагается проанализировать социальный эффект (6а), который наступает при получении сигнала оповещения населением от всех источников (4а; 5).

В данной статье под социальным эффектом подразумевается конкретный общественный и социально значимый результат, ожидаемый от реализации управленческого решения (воздействия).

Социальный эффект при оповещении населения – это комплексный социально-значимый результат, возникающий после проведения оповещения населения должностным лицом (ответственным за оповещение), данный результат заключается в соответствующем реагировании населения на угрозу возникновения или возникновения ЧС и зависит от следующих критериев:

- 1) ценность полученной информации (ценность определяется в зависимости от того, насколько информация достоверная, своевременная, адресная);
- 2) полнота охвата населения;
- 3) уровень знаний населения по правилам поведения при угрозе и возникновении ЧС;
- 4) способность людей оценивать поступившую информацию об угрозе и возникновении ЧС;
- 5) синергетический эффект при передаче информации окружающим (Под синергетическим эффектом понимается передача полученной информации об угрозе возникновения или возникновении ЧС окружающим).

Построим математическую модель оценки эффективности социального эффекта при оповещении населения об угрозе возникновения и возникновении ЧС, вызванных опасными и неблагоприятными метеоявлениями на основе регрессионного анализа.

Значения параметров социального эффекта имеют значения из области $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ (табл.).

Таблица. Параметры социального эффекта

| Критерий | Значение критерия | | | | | Результат |
|-------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------|
| | Ценность информации K_1 | Полнота охвата населения K_2 | Уровень знаний K_3 | Уровень восприятия информации K_4 | Синергетический эффект K_5 | |
| Социальный эффект | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | Ξ |

Выражение для определения социального эффекта представлено в виде:

$$\Xi = x_1 \cdot K_1 + x_2 \cdot K_2 + x_3 \cdot K_3 + x_4 \cdot K_4 + x_5 \cdot K_5, \quad (4)$$

где K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 – весовые значения критерия.

Весовые значения критериев определим методом анализа иерархий (рис. 3).

| | Ценность информации K_1 | Полнота охвата населения K_2 | Уровень знаний K_3 | Уровень восприятия информации K_4 | Синергия K_5 | Средние геометрические | Нормализованный вектор приоритетов (НВП) – Вес критерия |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------|------------------------|---|
| Ценность информации K_1 | 1 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2,35 | 0,4 |
| Полнота охвата населения K_2 | 1/4 | 1 | 1/2 | 1/3 | 1 | 0,53 | 0,1 |
| Уровень знаний K_3 | 1/3 | 2 | 1 | 1/2 | 2 | 0,92 | 0,16 |
| Уровень восприятия информации K_4 | 1/2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1,43 | 0,24 |
| Синергия K_5 | 1/3 | 1 | 1/2 | 1/2 | 1 | 0,61 | 0,1 |
| $\lambda_{\max} =$ | 5,13 | | | | | | |
| ИС= | 0,0325 | | | | | | |
| ОС= | 0,029 | <10% | | | | | |

Рис. 3. Матрица сравнения и расчёта значения приоритетов критериев

Таким образом $K_1 = 0,4; K_2 = 0,1; K_3 = 0,16; K_4 = 0,24; K_5 = 0,1$.

Выражение для определения эффективности социального эффекта примет вид:

$$\Xi = 0,4x_1 + 0,1x_2 + 0,16x_3 + 0,24x_4 + 0,1x_5. \quad (5)$$

Для определения значений x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 предлагается провести социальный эксперимент, который позволит проанализировать и посчитать социальный эффект при оповещении населения. Данный эксперимент проводится путём социального опроса населения, обработки данных и анализа полученных результатов.

Опросник предлагается составить из следующих блоков:

- 1) о личности респондента;
- 2) проверка уровня готовности населения к правильным действиям при получении информации об угрозе возникновения ЧС;
- 3) предметный блок (сценарии поведения).

В первом блоке выясняются личные данные о респонденте: Ф.И.О.; пол; возраст; уровень образования; сфера деятельности; территориальная принадлежность.

Во втором блоке проводится определения уровня знаний по правилам поведения при угрозе возникновения или возникновении ЧС.

В третьем блоке проводится выявление способности людей оценивать поступившую информацию об угрозе и возникновении ЧС в зависимости от уровня ценности информации. Ценность заключается в том, насколько непосредственно человек считает полученную информацию ценной для себя. А также определяется синергетический эффект при передаче информации окружающим [5].

В общем виде модель поведения человека при получении сообщения о угрозе возникновения или возникновении ЧС приведена на рис. 4.

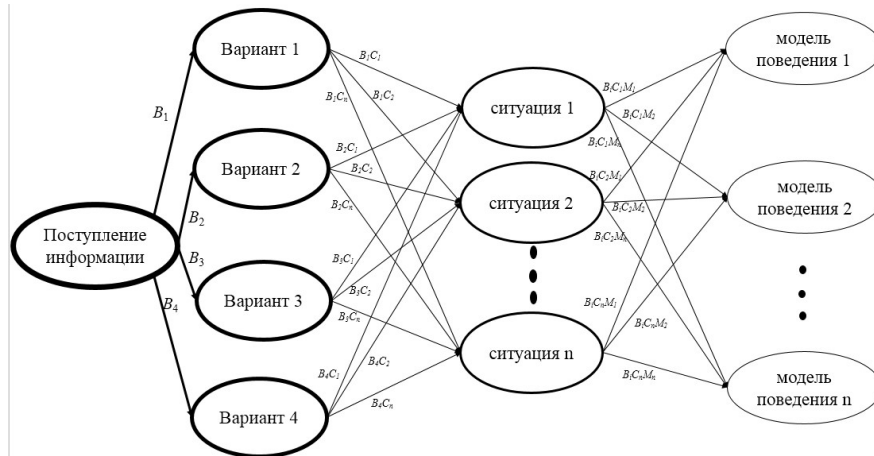


Рис. 4. Модель поведения человека при получении сообщения об угрозе возникновения или возникновении ЧС

В данной модели рассматривается четыре варианта (B_1-B_4) происходящего при получении сигнала оповещения в зависимости от ценности информации:

- 1) Полученная информация не достоверная;
- 2) Полученная информация достоверная, не своевременная;
- 3) Полученная информация достоверная, своевременная, не адресная;
- 4) Полученная информация достоверная, своевременная, адресная.

Человек при получении информации о угрозе и возникновении ЧС выбирает модель поведения (M_1-M_n) в определённой экстремальной ситуации (C_1-C_n) при каждом варианте восприятия информации.

Посчитав значения показателя x_1 для каждого варианта (B_1 - B_4) происходящего при получении сигнала оповещения в зависимости от ценности информации, применив метод анализа иерархий получим значения $x_1 = (0; 0,3; 0,6; 1)$.

Критерий степени охвата населения в зоне опасности предлагается оценить следующим способом [4]:

"1" – 100 % населения;

"0,8" – 80 % населения;

"0,1" – 10 % населения.

Данный критерий может быть рассчитан следующим образом (6):

$$x_2 = \frac{\sum N_{\text{оп.нас}} \cdot n_{\text{ср.оп.}}}{N_{\text{всего}}}, \quad (6)$$

где $N_{\text{(оп.нас)}}$ – количество оповещённого населения с помощью одного способа оповещения;

$n_{\text{(ср.оп.)}}$ – количество видов средств оповещения;

$N_{\text{всего}}$ – общее количество населения на территории субъекта.

Уровень знаний населения по правилам поведения при угрозе и возникновении ЧС оценивается по результатам прохождения тестирования во втором блоке опросника. В тесте 10 вопросов, за каждый правильный ответ начисляется 0,1 балла. Например, если респондент ответил на все вопросы правильно, то $x_3 = 1$, если ответил правильно на половину вопросов, то $x_3 = 0,5$.

Способность людей оценивать поступившую информацию об угрозе и возникновении ЧС оценивается по результатам прохождения тестирования в третьем блоке опросника. Если респондент правильно оценил ситуацию, то начисляется 0,1 балла. Например, если респондент ответил на все вопросы правильно, то $x_4 = 1$, если ответил правильно на половину вопросов, то $x_4 = 0,5$.

Синергетический эффект при передаче информации окружающим оценивается по результатам прохождения тестирования в третьем блоке опросника. Если респондент оповестит своих близких, то начисляется 0,1 балла. Например, если респондент оповестит о каждой ситуации, то $x_5 = 1$, если оповестит о половине ситуаций, то $x_5 = 0,5$.

После проведения социального опроса возможно разделить респондентов по различным категориям, например: возраст, пол, образование и др. После чего проанализировать какая категория населения при проведении оповещения вызовет наибольший социальный эффект.

Данная методика позволяет объективно оценить социальный эффект при оповещении населения об угрозе возникновения и возникновении ЧС, вызванной опасными и неблагоприятными метеоявлениями. На основании проведённых расчётов возможно предпринять меры по повышению уровня социального эффекта, приблизив данный показатель к 100 %.

Список источников

1. Таранцев А.А., Регрессионный анализ и планирование испытаний в задачах принятия решений: монография. СПб.: ИПТ РАН, 2017. 174 с.
2. Костина Н.Б., Дуран Т.В., Калугина Д.А. Теория управления. М.: Инфра-М, 2017. 252с.
3. Бережной Д. А., Бутузов С. Ю. Модель оценки необходимого времени срабатывания системы информирования и оповещения населения при чрезвычайных ситуациях и крупных пожарах // Материалы международной научно-технической конференции "Системы безопасности". – 2020. – № 29. – С. 203-209.
4. Ражников С. В. Критерии оценки эффективности системы информирования и оповещения населения в чрезвычайных ситуациях // Вестник Кокшетауского технического института. – 2017. – № 1 (25). – С. 29-37.

5. Ражников С. В. Задачи системы управления оповещением и обучением населения при чрезвычайных ситуациях муниципального уровня //Материалы 4-й всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций". Воронеж: Воронежский институт ГПС МЧС России, 2015. 241-254с.

Информация об авторах

С.Ю. Бутузов - доктор технических наук, доцент

Г.М. Бойко - кандидат педагогических наук, доцент

Information about the author

S.Yu. Butuzov - Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Engineering Sciences,
Docent

G.M. Boiko - Ph.D. of Pedagogic Sciences, Docent

Статья поступила в редакция 10.02.2022; одобрена после рецензирования 16.03.2022; принята к публикации 21.03.2022.

The article was submitted 10.02.2022, approved after reviewing 16.03.2022, accepted for publication 21.03.2022.