### ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 504.4 (571.1/.5)

# КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ИНТЕГРАЛЬНОГО ИНДЕКСА РИСКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗИСА ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА



### А.В. Игнатьева, Р.В. Кнауб

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

Проанализированы подходы к определению риска чрезвычайных ситуаций. На основе зарубежного опыта определения интегрального индекса риска возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), предложена видоизмененная формула для оценки перехода опасных природных явлений в состояние ЧС, адаптированная под условия Сибирского федерального округа. Установлены значения ряда коэффициентов с целью анализа обстановки в области выявления, противодействия и снижения последствий от ЧС и опасных природных явлений.

**Ключевые слова:** интегральный индекс риска, районирование Сибирского федерального округа, коэффициент защищенности от стихийных бедствий, коэффициент перехода опасного природного явления в состояние чрезвычайной ситуации, коэффициент уязвимости региона.

### Введение

В первые десятилетия XX в. в мире наблюдается устойчивая тенденция существенного роста материальных потерь в результате природных и техногенных катастроф, размер которых только в 2011 г. достиг рекордного значения в истории, превысив 370 млрд долл. США [Порфирьев, 2016]. 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 [Шульц и др., 2013].

Критерии оценки интегрального индекса риска выходят на первый план для определения региональных особенностей развития природных и техногенных катастроф, при этом во главу угла ставится вопрос о согласовании этих региональных особенностей с устойчивым развитием [Жуков, Жукова, 2016].

### Международный подход к определению риска чрезвычайных ситуаций

Для мирового сообщества разработаны многочисленные базы данных по рискам возникновения природных и техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС). К ним можно отнести [Европейская экономическая комиссия...] Экономическую и социальную комиссию для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО), Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК), Управление по координации гуманитарной деятельности (УКГД) ООН, Международную стратегию уменьшения опасности бедствий Организации Объединенных Наций (МСУОБ ООН), Платформу Организации Объединенных Наций для использования космической информации в целях предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и экстренного реагирования (СПАЙДЕР-ООН), Глобальный фонд снижения опасности бедствий и ликвидации их последствий (ГФСОБЛП) Всемирного банка, сотрудничающий Исследовательский центр по проблемам эпидемиологии бедствий (ИЦЭБ) Всемирной организации здравоохранения [ЕМ-DAT: The Emergency Events Database].

Согласно [Европейская экономическая комиссия...], при наличии столь большого количества баз данных по рискам ЧС природного и техногенного характера, существует ряд проблем, связанных с использованием этих баз данных на практике. Сюда относится отсутствие общих определений и классификаций бедствий, унификации по одним показателям всех баз данных, дублирование информации.

Помимо проблем унификации статистических показателей ЧС существует проблема единого подхода к оценке интегрального показателя риска на уровне всех стран мира. В настоящее время в рамках Сендайской рамочной программы [Протоколы...], активно развивается новый подход к построению интегрального показателя риска ЧС. Этот подход, получивший название «методология INFORM», представляет собой универсальный инструментарий, применимый на глобальном, национальном, регио-

© Игнатьева А.В., Кнауб Р.В., 2021 DOI: 10.17223/25421379/18/6

нальном и муниципальном уровнях [Index... 2015]. Методология основана на оценке степени опасностей, уровня уязвимости и потенциала противодействия угрозам.

Таким образом, методология INFORM позволяет рассчитать оценку рисков ЧС на основе построения тенденций изменения опасностей, уязвимостей и отсутствия потенциала противодействия.

В соответствии с международным опытом, методология INFORM также является удобным инструментом сравнительного анализа для выявления наиболее уязвимых регионов, районов, муниципалитетов [Жуков, Жукова, 2016].

Интегральный индекс риска в методологии INFORM учитывает около 50 различных индикаторов для измерения опасностей и воздействия на них, показателей уязвимости и определения необходимых ресурсов для предотвращения опасностей [Арефьева, Рыбаков, 2016].

Поэтому предлагается формализованное представление интегрального индекса риска INFORM как функции трех аргументов:

$$R = f(H, V, L), \tag{1}$$

где H — индикатор угроз опасностей; V — индикатор уязвимости к опасностям; L — индикатор недостаточности потенциала противодействия бедствиям (ЧС).

Данное представление более подробно характеризует исследуемые показатели и в большей степени отвечает современным международным стандартам в данной сфере. При внедрении данного подхода в нашей стране необходимо учитывать следующие положения.

В рамках существующей методологии INFORM интегральный индекс риска определяется по формуле [Index... 2015]. Индикатор опасностей и угрозы включает индикаторы по природным и техногенным опасностям, которые, в свою очередь, подразделяются на подгруппы. Индикатор уязвимости характеризует состояние уязвимости и включает две группы индикаторов: индикаторы социально-экономической уязвимости и индикаторы уязвимых групп населения. Индикатор отсутствия потенциала противодействия показывает недостаточность ресурсов, которые необходимы для противодействия и предупреждения опасностей и угроз.

Все индикаторы нормированы и принимают значения от 0 до 10. Чем ближе значение индикатора к нулю, тем более благоприятна ситуация в том аспекте, который измеряется соответствующим индикатором. Напротив, значения индикатора, близкие к 10, характеризуют ситуацию как более опасную.

### Материалы исследования

Основными источниками фактических данных явились материалы из государственных докладов и

отчетов МЧС РФ, архив МЧС РФ, материалы многолетних исследований авторов по изучению потенциальных источников ЧС различного генезиса на территории Сибирского федерального округа (СФГО). В основу работы были положены руководящие документы МЧС РФ. К выполнению исследования привлекались также фактические материалы исследований соответствующей тематики, опубликованные в научных работах, посвященных изучению чрезвычайных ситуаций, их комплексной оценке и районированию.

При описании чрезвычайных ситуаций была использована следующая терминология. *Чрезвычайная ситуация* — совокупность условий и обстоятельств, создающих опасную для жизнедеятельности человека обстановку на конкретном объекте, территории (акватории), возникших в результате совершившейся аварии или катастрофы, опасного природного явления.

Риск — это вероятность наступления какого-то непредвиденного события. Существует множество определений риска, рожденных в различных ситуационных контекстах и различными особенностями применений. Различия в определениях риска зависят от контекста потерь, их оценки и измерения, когда же потери являются ясными и фиксированными, например «человеческая жизнь», оценка риска фокусируется только на вероятности события (частоте события) и связанных с ним обстоятельств [Официальный сайт МЧС России, 2019].

Теоретико-методологической базой исследования явились разработки отечественных и зарубежных ученых в области прогноза, районирования и оценки воздействия чрезвычайных ситуаций, представленные в работах [Воробьев и др., 1997; Шойгу и др., 1997; Акимова, 2004а, b; Баринова, 2009; Порфирьева, 2009; Олтян, Ляховец, 2016] и др.

### Региональный интегральный индекс риска чрезвычайных ситуаций

Интегральный индекс риска рассчитывается на основании методологии INFORM по формуле

$$R = \sqrt[3]{H \times V \times L},\tag{2}$$

где H — индикатор угроз опасностей; V — индикатор уязвимости к опасностям; L — индикатор недостаточности потенциала противодействия бедствиям (ЧС).

На основании методологии INFORM интегральный индекс риска нами был предложен для выявления наиболее уязвимых субъектов СФО.

Применяя формулы (4), (6), (7) и с учетом методики [Киzmin, 2015], предложена следующая формула для расчета интегрального индекса риска чрезвычайных ситуаций на территории Сибирского федерального округа:

$$R = \sqrt[3]{Hc \times Ky \times Vc},$$
 (3)

где Hc — коэффициент природной опасности (формула (4)); Ky — коэффициент уязвимости региона (формула (6)); Vc — коэффициент защищенности от стихийных бедствий (формула (7)).

Данная формула получена в результате обобщения трех коэффициентов, что позволит сделать комплексный анализ природно-техногенной безопасности в субъектах.

Коэффициент природной опасности рассчитывается по формуле (4) [Kuzmin, 2015]:

$$H_c = D \times \frac{S}{P}, \tag{4}$$

где D – количество природных процессов, опасных в масштабе региона; S – площадь региона, км $^2$ ; P – численность населения региона, человек.

С помощью данного коэффициента субъекты СФО разделены на районы, согласно уровню природной опасности от ЧС, учитывая полученные значения коэффициента. По уровню риска от стихийных бедствий регионы можно разделить на пять категорий:

- 1) пренебрежимо или очень низкий риск;
- низкий;
- 3) средний;
- 4) высокий;
- 5) очень высокий.

По данному коэффициенту проведено ранжирование субъектов СФО по уровню риска (от низкого до очень высокого) на основе полученных расчетов.

Для расчета коэффициента риска перехода опасного природного явления в чрезвычайную ситуацию природного характера авторами предложена следующая формула:

$$K_{\rm pqc} = \frac{N_{\rm qc}}{N_{\rm ons}},\tag{5}$$

где  $K_{\text{рчс}}$  — коэффициент риска возникновения ЧС природного характера;  $N_{\text{чс}}$  — количество ЧС, %;  $N_{\text{опя}}$  — количество опасных природных явлений, %.

Далее нами предложен коэффициент (формула (6)), который показывает уязвимость регионов от ЧС различного генезиса. Коэффициент уязвимости регионов Сибирского федерального округа определяется по формуле

10 формуле
$$K_{y} = \frac{\frac{P_{S^{uc}}}{N_{Sper}} + \frac{S_{Per}^{uc}}{S_{Per}} + \frac{K_{uc}^{ec}}{K_{uc}^{ec}^{ec}^{oc}} + \frac{P_{nocrp}}{P_{nocrp}^{ec}^{ec}^{oc}^{oc}^{oc}} + \frac{P_{noru6}^{m}}{P_{noru6}^{m}^{ec}^{oc}^{oc}^{oc}^{oc}^{oc}^{oc}}},$$
(6)

где  $K_y$  — коэффициент уязвимости региона;  $P_{\text{suc}}$  — численность населения в зоне воздействия ЧС, человек;  $N_{\text{sper}}$  — общая численность населения региона, человек;  $S_{\text{per}}$  — площадь региона, подверженного влиянию природных и техногенных ЧС, км²;  $S_{\text{per}}$  — общая площадь региона, км²;  $K_{\text{ucper}}$  — количество ЧС, произошедших в регионе;  $K_{\text{ucC}}$  — количество ЧС, произошедших в СФО;  $P_{\text{постр}}$  — количество населения, пострадавшего в результате воздействия ЧС,

человек;  $P_{\text{пострСФО}}$  — количество населения, пострадавшего в результате воздействия ЧС на СФО, человек;  $P_{\text{погибш}}$  — количество населения, погибшего в результате воздействия ЧС, человек;  $P_{\text{погибшСФО}}$  — количество населения, погибшего в результате воздействия ЧС на СФО, человек.

Данный коэффициент учитывает все риски, потери, которые понесет или понес субъект в результате воздействия ЧС различного характера. Коэффициент уязвимости территорий от природных и техногенных ЧС варьируется от 0 (минимальное значение) до 1 (максимальное значение).

Коэффициент защищенности от стихийных бедствий рассчитывается по формуле (7):

$$V_{c} = \frac{B + Pj + T + C + W + L + K}{Pp + CHD + E},$$
 (7)

где B — коэффициент ВРП на душу населения;  $P_j$  — доля трудоспособного населения; T — телекоммуникационный коэффициент; C — транспортный коэффициент; W — коэффициент военных ресурсов; L — коэффициент ожидаемой продолжительности жизни; K — коэффициент грамотности;  $P_p$  — доля населения, находящегося за чертой бедности; CHD — коэффициент детской смертности; E — коэффициент напряженности экологических проблем.

Индекс недостаточности потенциала противодействия бедствиям (ЧС) определяем по следующей формуле (8):

$$In = 1 - Vc, \tag{8}$$

где In — индекс недостаточности потенциала противодействия бедствиям (ЧС); Vc — коэффициент защищённости от стихийных бедствий.

Результатом предложенной методики оценки интегрального индекса риска стало то, что все индикаторы нормированы и принимают значения от 0 до 1, в отличие от первоначальной методологии INFORM.

Чем ближе значение индикатора к нулю, тем более благоприятна ситуация в том аспекте, который измеряется соответствующим индикатором. Напротив, значения индикатора, близкие к 1, характеризуют ситуацию как более опасную.

### Результаты

В итоге проведения расчетов интегрального индекса риска (формула (3)) были получены результаты, обобщенные в табл. 1.

Используя полученные данные, субъекты Сибирского федерального округа были поделены на районы (рис. 1) с использованием градации табл. 2.

Согласно коэффициенту перехода опасного природного явления в состояние ЧС по формуле (5), было проведено районирование Сибирского федерального округа (рис. 2) по данному коэффициенту. Интегральный индекс риска в субъектах СФО

Таблица 1

Table 1

Integral risk index in the subjects of the Siberian Federal District

Субъект	Интегральный индекс риска R
Республика Алтай	0,027
Республика Бурятия	0,2
Республика Тыва	0,04
Республика Хакасия	0,003
Алтайский край	0,001
Забайкальский край	0,2
Красноярский край	0,067
Иркутская область	0,132
Кемеровская область	0,001
Новосибирская область	0,0003
Омская область	0,003
Томская область	0,012

Таблица 2

Уровни градации по значениям интегрального индекса риска

Table 2

### Graduation Levels by values of Integral risk index

Низкий индекс	Средний индекс	Высокий индекс
0.001_0.01	0.01_0.1	0.1-0.3



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Группировка субъектов СФО по интегральному индексу риска:

низкий средний высокий

Рис. 1. Районирование субъектов СФО по интегральному индексу риска

Fig. 1. Zoning of the subjects of the Siberian Federal District by the integrated risk index



### Легенда

Группировка субъектов СФО по величине риска перехода опасного природного явления в состояние чрезвычайной ситуации (ЧС), средние значения за период с 2000 по 2017 гг.

до 0,5 - слабый риск

от 0,5 до 0,7 - средний риск

от 0,7 до 1 - сильный риск

Рис. 2. Группировка субъектов СФО по величине риска перехода опасного природного явления в состояние ЧС, средние значения за период с 2000 по 2017 г.

Fig. 2. Grouping of subjects of the Siberian Federal District by the risk of transition of a natural hazard to an emergency, average values from 2000 to 2017

Группировка стран субъектов проводилась в рамках следующих значений:

- до 0,5 слабый риск;
- от 0,5 до 0,7 средний риск;
- от 0.7 до 1 сильный риск.

Согласно полученным данным, можно сделать следующие выводы:

1. Слабый риск перехода опасного природного явления в состояние ЧС отмечается в Республике Бурятия, Забайкальском крае, Томской области, Республике Алтай, Алтайском крае.

- 2. Средний риск перехода опасного природного явления в состояние ЧС отмечается в Республике Тыва, Красноярском крае, Республике Хакасия, Кемеровской, Новосибирской, Омской областей.
- 3. Сильный риск перехода опасного природного явления в состояние ЧС отмечается в Иркутской области.

Согласно табл. 3, в субъектах Сибирского федерального округа процент перехода опасных природных явлений в категорию ЧС природного характера варьирует от 0 до 100 %. Среднее значение по субъектам следующее: в Забайкальском крае — 49,5 %; Краснояр-

Таблипа 3

ском крае — 57 %; Иркутской области — 70,6 %; Новосибирской области — 53,2 %; Омской области — 67,7 %; Томской области — 39,3 %; Кемеровской области — 60,2 %; Республике Бурятия — 46,8 %; Алтайском крае — 46 %; Республике Тыва — 53,4 %; Республике Хакасия — 55,6 %; Республике Алтай — 30,8 %.

Далее проведены расчеты коэффициента уязвимости населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера (формула (6)). Полученные данные обобщены и представлены на карте-схеме (рис. 3).

В практике районирования, при выборе градаций, обычно используются равные интервалы для деления на уровни. В данном случае авторы пошли на то, что уровень градация был выбран не равным по определенным интервалам, а по значениям анализируемого показателя. Это было сделано для более детального и рационального деления субъектов по уровню опасности. Если подходить со стороны деления по равным значениям (например, 1-й уровень — от 0 до 0,5 и от 0,5 до 1), то субъекты входили бы в один уровень и было бы сложно их выделить по уровню уязвимости.

Согласно полученным данным, наибольший коэффициент уязвимости населения и территории отмечен в Забайкальском крае (высокая природная опасность) и Республике Бурятия (высокая природная опасность). Эти субъекты подвержены природной опасности (большой частоте возникающих опасных природных процессов), так как здесь сложный рельеф, сложный климат и прочие природные условия. Низкий уровень природной опасности отмечен в Республике Алтай, Томской и Омской областях.

Согласно коэффициенту уязвимости, субъекты были поделены на четыре группы: очень высокие значения уязвимости (Красноярский край, Республика Тыва); высокие значения (Забайкальский край, Республика Бурятия, Новосибирская область, Алтайский край); средние значения (Кемеровская и Иркутская области, Республика Хакасия); низкие значения (Омская и Томская области, Республика Алтай).

Далее проведем расчет коэффициента защищенности от стихийных бедствий в субъектах СФО (формула (7)). Коэффициент защищенности от стихийных бедствий показал следующие результаты (табл. 4).

Процент ЧС природного характера, произошедших в субъектах СФО, от количества опасных природных явлений, %

Тable 3

The percentage of emergency situations of a natural nature that occurred in the subjects of the Siberian Federal District, of the number of natural hazards, %

	Год																	
Субъект	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Забайкальский край	53	9,5	75	100	2	100	93	8,8	100	40	100	0	93	16,6	0	50	0	0
Красноярский край	98	42	79,1	100	0,4	100	94,1	89,2	100	83,3	45,4	92,8	42,8	0	0	0	0	33
Иркутская область	90	80	100	94	100	100	98	80	100	70	100	100	0	0	0	0	0	100
Новосибирская область	75	81,8	63,6	100	3,5	87	95,1	97,7	100	50	37,5	0	0	0	100	0	0	0
Омская область	75	75	100	100	3,8	80	98,2	100	100	100	100	0	0	0	0	100	100	0
Томская область	83,3	60	28,6	100	1,2	93	91,6	95,6	33,3	0	25	0	50	0	0	0	0	0
Кемеровская область	94,7	83,3	77,2	100	96	97	92,3	87,1	100	71,4	71,4	0	0	50	0	0	0	0
Республика Бурятия	80	27,2	1	100	98,4	90	98	90,6	98,6	0	50	26,6	25	0	0,2	0	0	0
Алтайский край	71,4	4	20	100	96,4	100	94,5	75,8	100	20	0	0	0	0	100	0	0	50
Республика Тыва	75	0	1	100	90	100	71,4	80	50	75	66,6	14,3	70	14,3	100	0	0	0
Республика Хакасия	0	0	40	100	75	100	100	80	100	50	100	0	0	0	100	100	0	0
Республика Алтай	0	4	100	0	50	40	62,5	7,7	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0

## КОЭФФИЦИЕНТ УЯЗВИМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИИ СФО ОТ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Группировка субъектов СФО по величине коэффициента уязвимости населения и территории СФО от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера:

до 0,21

от 0,22 до 0,25

от 0,26 до 0,30

от 0,31 до 1

Рис. 3. Карта-схема группировки субъектов СФО по величине коэффициента уязвимости населения и территории СФО от ЧС природного и техногенного характера

Fig. 3. Map of the grouping of entities of the Siberian Federal District in terms of the coefficient of vulnerability of the population and the territory of the Siberian Federal District from emergencies of natural and technogenic

Коэффициент защищенности от стихийных бедствий в субъектах СФО

Таблица 4

 $$\operatorname{Table}$\ 4$$  The coefficient of protection against natural disasters in the subjects of the Siberian Federal District

Субъект	$V_{\rm c}$
Республика Алтай	0,4
Республика Бурятия	0,3
Республика Тыва	0,2
Республика Хакасия	0,6
Алтайский край	0,3
Забайкальский край	0,4
Красноярский край	0,8
Иркутская область	0,5
Кемеровская область	0,7
Новосибирская область	0,5
Омская область	0,6
Томская область	0,8

Таблица 5

### Индекс недостаточности потенциала противодействия ЧС в субъектах СФО

 $${\rm T\,a\,b\,l\,e}$\>\>5$  Index of insufficiency of emergency response potential in the regions of the Siberian Federal District

Субъект	In
Республика Алтай	0,5
Республика Бурятия	0,7
Республика Тыва	0,7
Республика Хакасия	0,4
Алтайский край	0,7
Забайкальский край	0,6
Красноярский край	0,2
Иркутская область	0,4
Кемеровская область	0,3
Новосибирская область	0,5
Омская область	0,3
Томская область	0,1

Наибольшая защищенность от стихийных бедствий отмечается в Томской и Кемеровской областях, Красноярском крае. Наименьшие значения коэффициента защищенности, а соответственно, наименьший потенциал защищенности от бедствий отмечается в Республике Тыва, Алтайском крае, Республике Бурятия, Забайкальском крае.

На основе произведенных расчетов индекса недостаточности потенциала противодействия ЧС (формула (8)) были получены следующие результаты (табл. 5).

Согласно индексу недостаточности потенциала противодействия ЧС, наибольший потенциал противодействия ЧС в субъектах СФО отмечен в Красноярском крае, Томской, Кемеровской, Омской областях. Наибольшие показатели индекса, а, соответственно, наибольшая недостаточность потенциала противодействия ЧС отмечены в Республике Тыва, Алтайском крае, Республике Бурятия, Республике Хакасия.

### Обсуждение

Традиционно в исследованиях и определении риска чрезвычайных ситуаций в нашей стране используется методология наиболее общего математически формализованного подхода, который выражается в произведении частоты возникновения ЧС на ущерб от этих угроз [Акимов В.А. и др., 2004]. Интегральный индекс риска в методологии INFORM [Index..., 2015], учитывающий около 50 различных индикаторов, ведет оценку риска по таким показателям, как оценка степени опасностей, уровень уязвимости и потенциал противодействия угрозам. По заявлениям разработчиков, методология INFORM является удобным инструментом сравнительного анализа для выявления наиболее уязвимых регионов, районов, муниципалитетов. Главным достоинством методологии является наличие трех аспектов, менять которые нельзя, а категории и компоненты, входящие в аспекты, можно.

Однако, по мнению авторов, недостатком данной методологии является наличие индикаторов, которые сложно получить для ряда территорий. Например, в категорию «Антропогенные» входит компонент «Интенсивность текущего конфликта», но не всегда на исследуемой территории происходит конфликт. Наличие таких компонентов, как «Лишения», «Неравенство», «Гуманитарная помощь», «Беженцы», относятся скорее к социальным и гуманитарным аспектам, чем к природно-техносферной безопасности. При этом их расчет нужен только в том случае, если такие компоненты имели место быть на рассматриваемой территории.

Для того чтобы приблизить расчет интегрального индекса риска от ЧС к сфере природной и техносферной безопасности, нами была предложена измененная методика, которая включала аспекты, исключительно связанные с природной и техносферной безопасностью. Предложенная методика никаким образом не противоречит методологии INFORM [Index..., 2015], так как сами разработчики утверждают, что набор индикаторов для расчета может изменяться в зависимости от цели расчетов, особенностей территории и задач, которые решают авторы.

### Заключение

В заключение изложим основные выводы, вытекающие из приведенного материала:

1. Рассмотрены отечественные и зарубежные подходы к оценке риска возникновения ЧС, описаны их достоинства и недостатки. Для того чтобы приблизить расчет интегрального индекса риска от ЧС к сфере природной и техносферной безопасности, нами предложена измененная методика, которая

включала аспекты, исключительно связанные с природной и техносферной безопасностью. В основу данного исследования вошла методология INFORM, так как она является удобным инструментом сравнительного анализа для выявления наиболее уязвимых регионов, районов, муниципалитетов. Интегральный индекс риска в методологии INFORM учитывает около 50 различных индикаторов для измерения опасностей и воздействия на них, показателей уязвимости и определения необходимых ресурсов для предотвращения опасностей. Результатом предложенной методики оценки интегрального индекса риска стало то, что все индикаторы нормированы и принимают значения от 0 до 1, в отличие от первоначальной методологии INFORM. Чем ближе значение индикатора к нулю, тем более благоприятна ситуация в том аспекте, который измеряется соответствующим индикатором. Напротив, значения индикатора, близкие к 1, характеризуют ситуацию как более опасную.

2. Уровни градации по значениям интегрального индекса риска, разделенные на слабый, средний и сильный риск, позволили провести районирование территории СФО. В практике районирования при выборе градаций обычно используются равные интервалы для деления на уровни. В данном случае авторы пошли на то, что уровень градации был выбран не равным по определенным интервалам, а по значениям анализируемого показателя. Это было сделано для более детального и рационального деления субъектов по уровню опасности. Если подхо-

дить со стороны деления по равным значениям, то было бы сложно выделить субъекты по уровню уязвимости. Районирование показало, что интегральный индекс риска планомерно увеличивается от слабого к сильному в восточном направлении. В область с низкими значениями индекса вошли следующие субъекты: Омская, Новосибирская и Кемеровская области, Алтайский край. В регионы со средними значениями интегрального индекса риска вошли: Томская область, Красноярский край, республики Хакасия, Алтай и Тыва. В область с высокими значениями индекса вошли Иркутская область, Республика Алтай, Забайкальский край.

3. Авторами предложен коэффициент перехода опасного природного явления в состояние ЧС, согласно которому было проведено районирование Сибирского федерального округа в рамках следующих значений: слабый, средний и сильный риск. Достоинством данного коэффициента авторы считают определение величины перехода опасного природного явления в состояние ЧС, что отражает непосредственный урон природе, экономике и человеку. Согласно данному районированию, к субъектам со слабым риском относятся Томская область, Алтайский край, республики Алтай и Бурятия, Забайкальский край. К субъектам со средним риском перехода опасных природных явлений в ЧС относятся Омская, Новосибирская и Кемеровская области, республики Хакасия и Тыва, Красноярский край. К субъекту с сильным риском перехода опасных природных явлений в ЧС относится Иркутская область.

### ЛИТЕРАТУРА

**Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н.** Риски в природе, техносфере, обществе и экономике / МЧС России. М. : Деловой экспресс, 2004а. 352 с.

**Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н.** Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. М. : Деловой экспресс, 2004б. 352 с.

**Арефьева Е.В., Рыбаков А.В.** О подходах к построению оценочного инструментария деятельности по снижению рисков бедствий: международный опыт // Сборник материалов XXVI Международной научно-практической конференции «Предупреждение. Спасение. Помощь». Секция № 10 «Моделирование сложных процессов и систем», 17 марта 2016. Химки : ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2016. С. 5–11.

**Баринов А.В., Седнев В.А., Шевчук А.Б. и др.** Опасные природные процессы : учебник. М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. 334 с.

**Воробьев Ю.Л., Шолох В.П., Шахраманьян М.А., Фалеев М.И., Локтионов Н.И., Шойгу С.К.** Катастрофы и человек. Книга 1. Российский опыт противодействия чрезвычайным ситуациям. М.: АСТ-ЛТД, 1997. 256 с.

**Европейская** экономическая комиссия. Углубленный анализ темы измерения экстремальных явлений и бедствий. URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/2015/9-Rus\_In\_depth\_review\_of\_measuring\_disasters.pdf (дата обращения: 11.11.2019).

Жуков А.О., Жукова Л.А. О необходимости использовании и обобщении методологии INFORM для управления рисками чрезвычайных ситуаций // Civil Security Technology. 2016. V. 13, № 3 (49). Р. 44–48.

**Олтян И.Ю., Ляховец Т.Л.** Разработка терминологии и индикаторов прогресса в области реализации Сендайской рамочной программы по уменьшению риска бедствий на 2015–2030 годы // Технологии гражданской безопасности. 2016. Т. 13, № 1 (47). С. 22–26.

Официальный сайт MЧС России. URL: http://www.mchs.gov.ru (дата обращения: 10.09.2019).

**Порфирьев Б.Н.** Финансовые механизмы управления природными рисками // Экономика и управления. 2009. № 2 (41). С. 7–15.

Порфирьев Б.Н. Экономика природных катастроф // Вестник Российской академии наук. 2016. Т. 86, № 1. С. 3–17.

**Протоколы** Третьей Всемирной конференции по снижению риска бедствий (14–18 марта, Сендай, Япония). URL: http://www.unisdr.org/files/45069\_proceedingsthirdunwcdrrru.pdf (дата обращения: 12.11.2019).

Шойгу С.К., Воробьёв Ю.Л., Владимиров В.А. Катастрофы и государство. М.: Энергоатомиздат, 1997. 512 с.

Шульц В.Л., Кульба В.В., Шелков А.Б., Чернов И.В. Методы планирования и управления техногенной безопасностью на основе сценарного подхода // Национальная безопасность / Nota Bene. 2013. № 2 (25). С. 198–216.

**EM-DAT:** The Emergency Events Database – Université catholique de Louvain (UCL) – CRED, D. Guha-Sapir, Brussels, Belgium. URL: www.emdat.be (дата обращения: 11.11.2019).

Index for risk-management. 2015. URL: www.informindex.org (дата обращения: 12.11.2019).

**Kuzmin S.B.** Global Environmental Risk Assessments // Problems of Modern Science and Education Journal. 2015. No. 10 (40). P. 120–125.

### Авторы:

**Игнатьева Анна Владимировна,** аспирант, ассистент кафедры природопользования, геолого-географический факультет, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия.

E-mail: anna tomsktsu@mail.ru

**Кнауб Роман Викторович,** кандидат географических наук, доцент кафедры природопользования, геолого-географический факультет, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия.

E-mail: knaybrv@mail.ru

Geosphere Research, 2021, 1, 76-86. DOI: 10.17223/25421379/18/6

### A.V. Ignateva, R.V. Knaub

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

### CRITERIA FOR EVALUATING AN INDEX FOR RISK-MANAGEMENT OF EXTRAORDINARY SITUATIONS OF VARIOUS GENESIS FOR THE TERRITORY OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT

The article analyzes approaches to determining the risk of emergencies, as well as, based on foreign experience in determining the integral risk index (INFORM methodology) of emergencies, the authors propose a modified formula adapted to the conditions of the Siberian Federal District. The INFORM methodology includes about 50 different indicators for measuring hazards and their impact, vulnerability indicators, etc. According to the developers, the INFORM methodology is a convenient comparative analysis tool for identifying the most vulnerable regions, regions, and municipalities. The main advantage of the methodology is the presence of three aspects that cannot be changed, and the categories and components included in the aspects can be. In order to bring the calculation of the integral risk index from emergencies closer to the sphere of natural and technosphere safety, we proposed a modified methodology, which included aspects exclusively related to natural and technosphere safety. The proposed methodology in no way contradicts the INFORM methodology. The values of a number of coefficients are established for the purpose of analyzing the situation for counteracting and mitigating the consequences of emergencies (ES) and natural hazards (NH). The authors have proposed a number of formulas for assessing a number of parameters in the field of natural and technospheric safety. Based on the results of calculating the coefficients, zoning of the subjects of the Siberian Federal District was carried out using map schemes. Among the subjects on the maps, groups of entities with high and low indicators of the integrated risk index, the risk factor for the transition of a natural hazard to an emergency, the coefficient of vulnerability of the population and the territory of the Siberian Federal District from natural and man-made emergencies were identified. According to the data obtained for calculating the risk factor for the transition of a hazardous natural phenomenon to an emergency state, the average maximum value among subjects was identified in the Irkutsk Region - 70.6 %; Novosibirsk region -53.2 %; Omsk region – 67.7%, Kemerovo region – 60.2 %; Republic of Khakassia – 55.6 %. According to the values of the coefficient of protection against natural disasters, the index of insufficiency of the potential for emergency response, the subjects were ranked in tables based on the data obtained. The coefficient of protection against natural disasters showed that the greatest protection against natural ral disasters is observed in the Tomsk region, Krasnoyarsk Territory, Kemerovo Region. The lowest values of the coefficient of protection, and, accordingly, the least potential of protection against disasters, are observed in the Republic of Tyva, Altai Territory, the Republic of Buryatia, Transbaikal Territory. According to the index of insufficiency of emergency response potential, the greatest potential for emergency response in the subjects was noted in the Tomsk Region, Krasnoyarsk Territory, Kemerovo Region, Omsk Region.

**Keywords:** Index for risk-management, Siberian Federal District, coefficient of protection against natural disasters, coefficient of transition of a natural hazard into an emergency, coefficient of vulnerability of the region.

### References

Akimov V.A., Lesnykh V.V., Radaev N.N. *Riski v prirode, tekhnosfere, obshchestve i ekonomike* [Risks in nature, technosphere, society and economy] / Russian Emergency Situations Ministry. Moscow: Delovoy Express, 2004a. 352 p. In Russian

Akimov V.A., Lesnykh V.V., Radaev N.N. *Osnovy analiza i upravleniya riskom v prirodnoy i tekhnogennoy sferakh* [Fundamentals of risk analysis and management in natural and man-made areas]. Moscow: Delovoy Express, 2004b. 352 p. In Russian

Arefieva E.V., Rybakov A.V. O podkhodakh k postroeniyu otsenochnogo instrumentariya deyatel'nosti po snizheniyu riskov bedstviy: mezhdunarodnyy opyt [On approaches to the construction of assessment tools for disaster risk reduction: international experience] // Proceedings of the XXVI International Scientific and Practical Conference "Warning. The rescue. Help". Section No. 10 "Modeling of complex processes and systems", March 17, 2016. Khimki: Federal State Budget Educational Institution of Higher Vocational Education of the State Agencies of the Russian Ministry of Emergencies, 2016. pp. 5–11. In Russian

Barinov A.V., Sednev V.A., Shevchuk A.B. et al. *Opasnye prirodnye protsessy: Uchebnik* [Hazardous natural processes: Textbook] Moscow: Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, 2009, 334 p. In Russian

Vorobyov Yu.L., Sholokh V.P., Shakhramanyan M.A., Faleev M.I., Loktionov N.I., Shoigu S.K. *Katastrofy i chelovek. Kniga 1. Rossiyskiy opyt protivodeystviya chrezvychaynym situatsiyam* [Disasters and man. Book 1. Russian experience in emergency response]. Moscow: Publishing house AST-LTD. 1997. 256 p. In Russian

Economic Commission for Europe. In-depth analysis of the topic of measuring extreme events and disasters URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/2015/9-Rus\_In\_depth\_review\_of\_measuring\_disasters.pdf (Date of accessed: 11.11.2019).

Zhukov A.O., Zhukova L.A. The Essential and Generalization of INFORM Methodology to the Emergencies Risk Management about // Civil Security Technology. V. 13, No. 3 (49). 2016 . pp. 44–48. In Russian

Oltyan I.Yu., Lyakhovets T.L. Razrabotka terminologii i indikatorov progressa v oblasti realizatsii Sendayskoy ramochnoy programmy po umen'sheniyu riska bedstviy na 2015–2030 gody [Development of terminology and indicators of progress in the implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030] // Civil Security Technologies. 2016. V. 13, No. 1 (47). pp. 22–26. In Russian

Official website of the Russian Emergencies Ministry. URL: http://www.mchs.gov.ru (Date of accessed: 10.09.2019).

Porfiriev B.N. Finansovye mekhanizmy upravleniya prirodnymi riskami [Financial mechanisms of natural risk management // Economics and Management. 2009. No. 2 (41). pp. 7–15. In Russian

Porfiriev B.N. *Ekonomika prirodnykh katastrof* [Economics of natural disasters] // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2016. T. 86. No. 1. pp. 3–17. In Russian

Minutes of the Third World Conference on Disaster Risk Reduction (March 14-18, Sendai, Japan). URL: http://www.unisdr.org/files/45069\_proceedingsthirdunwcdrrru.pdf (Date of accessed: 12.11.2019).

Shoigu S.K., Vorobyov Yu.L., Vladimirov V.A. *Katastrofy i gosudarstvo* [Disasters and the state]. Moscow: Energoatomizdat, 1997. 512 p. In Russian

Schulz V.L. Kulba V.V., Shelkov A.B., Chernov I.V. Technological safety planning and management methods based on the scenario approach // National Security / NOTA BENE. 2013. No. 2 (25), pp. 198–216. In Russian

EM-DAT: The Emergency Events Database - Université catholique de Louvain (UCL) - CRED, D. Guha-Sapir, Brussels, Belgium. URL: www.emdat.be (Date of accessed: 11.11.2019).

Index for risk-management. 2015 // URL: www.informindex.org (Date of accessed: 12.11.2019).

Kuzmin S. B. Global Environmental Risk Assessments / Problems of Modern Science and Education Journal, Ivanovo: Olimp, 2015. No. 10 (40). pp. 120–125.

#### Author's:

**Ignateva Anna V.,** post-graduate student, supporter of the Department of Nature Management, Geology and Georaphy Faculty, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia.

E-mail: anna tomsktsu@mail.ru

Knaub Roman V., Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor, Department of Nature Management, Geology and Georaphy Faculty, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia.

E-mail: knaybrv@mail.ru