

# **DYNAMICS OF CHANGES IN TECHNOGENIC RISKS OF INDUSTRIAL TERRITORIES: KRASNOYARSK REGION, KEMEROVO REGION**

*Ulyana S. Ivanova*

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia  
Institute of Computational Technologies SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

## **Abstract**

The work is devoted to the definition of basic technogenic risks of development of industrial region, which is presented in the form of socio-natural-technogenic system. The analysis and comparison of sources of man-caused hazards in the territory of the Krasnoyarsk Territory and the Kemerovo Region, the definition of basic technogenic risks with subsequent estimation of values are given.

*Keywords: socio-natural-technogenic system, technosphere, potentially dangerous objects, basic technogenic risks*

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ: КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ, КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

*Иванова У.С.*

Сибирский федеральный университет, Красноярск  
Институт вычислительных технологий СО РАН, Красноярск

Работа посвящена определению базовых техногенных рисков развития промышленного региона, который представлен в виде социально-природно-техногенной системы. Приводится анализ и сопоставление источников техногенной опасности на территории Красноярского края и Кемеровской области, определение базовых техногенных рисков с последующей оценкой значений.

*Ключевые слова:* социально-природно-техногенная система, техносфера, потенциально опасные объекты, базовые техногенные риски.

Научно-технический прогресс, направленный на повышение качества жизни человека, связан с использованием сложных технологических систем, обратной стороной которых являются неблагоприятные и чрезвычайные последствия социального, природного и техногенного характера. Доля техногенных опасностей в структуре риска для жизнедеятельности населения постоянно возрастает [1].

Устойчивое развитие регионов и страны в целом в значительной мере определяется проблемами природно-техногенной безопасности. Аварийная ситуация приводит к одному или совокупности следующих последствий: ухудшению состояния окружающей среды, гибели человека или отклонению здоровья от среднестатистического значения, материальным потерям [2, 3]. Наибольшему риску подвержены крупные промышленные регионы, агломерации, которые целесообразно представлять в виде социально-природно-техногенных систем (С-П-Т системы), включающих элементы социосферы, экосферы и техносферы [4]. Проблема заключается в систематизации и объединении мониторинговой информации всех элементов С-П-Т системы для дальнейшей разработки направлений устойчивого развития регионов на основе управления рисками.

Цель работы связана с выявлением и оценкой базовых рисков техносферы в С-П-Т системе на примере Красноярского края и Кемеровской области.

Красноярский край и Кемеровская область являются индустриально развитыми регионами, в которых насчитывается более 1000 потенциально опасных объектов с функционально сложными и высокоопасными системами производства, характеризующимися риском возникновения аварий и катастроф, поэтому они подвержены широкому спектру ЧС техногенного характера:

- аварии на химически опасных объектах;
- аварии на радиационно-опасных объектах;
- аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах;
- аварии на транспорте (ж/д, воздушном, автомобильном, водном);
- аварии на гидродинамических опасных объектах;
- аварии на коммунально-энергетических сетях;

Концепция риска используется для измерения опасности и касается человека или группы людей, имущества или окружающей среды [5]. Таким образом, к базовым рискам развития промышленных регионов относятся:

- индивидуальный риск,
- коллективный риск,
- социальный риск,
- материальный риск,
- экономический риск.

Таблица 1. Количественные показатели индивидуального риска на территории Красноярского края и Кемеровской области.

| <b>Красноярский край</b>               |                      |                      |                      |                      |                      |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Год                                    | 2011                 | 2012                 | 2013                 | 2014                 | 2015                 |
| Число техногенных ЧС                   | 3                    | 3                    | 5                    | 4                    | 6                    |
| Число погибших                         | 0                    | 8                    | 17                   | 11                   | 39                   |
| Индивидуальный риск при техногенных ЧС | 0                    | $2,82 \cdot 10^{-6}$ | $5,97 \cdot 10^{-6}$ | $3,86 \cdot 10^{-6}$ | $1,36 \cdot 10^{-5}$ |
| <b>Кемеровская область</b>             |                      |                      |                      |                      |                      |
| Год                                    | 2011                 | 2012                 | 2013                 | 2014                 | 2015                 |
| Число техногенных ЧС                   | 1                    | 1                    | 1                    | 4                    | 5                    |
| Число погибших                         | 5                    | 3                    | 4                    | 12                   | 21                   |
| Индивидуальный риск при техногенных ЧС | $1,81 \cdot 10^{-6}$ | $1,09 \cdot 10^{-6}$ | $1,46 \cdot 10^{-6}$ | $4,39 \cdot 10^{-6}$ | $7,71 \cdot 10^{-6}$ |

Расчет количественных оценок техногенного риска выполнен на основе статистических данных [6], представленных в государственных докладах МЧС России.

Одной из наиболее часто употребляющихся характеристик опасности является *индивидуальный риск* – частота поражения отдельного индивидуума (человека) в результате воздействия исследуемых факторов опасности. В общем случае количественно индивидуальный риск выражается отношением числа пострадавших к общему числу подвергающихся риску людей за определенный период времени и применяется для установления качественного значения с целью управления административными территориями. Расчет выполнен по формуле [7]:

$$R = N_{\text{п}}/N_{\text{н}}, \quad (1)$$

где  $N_{\text{п}}$  – число погибших за год при определенном виде ЧС и происшествии на заданной территории;  $N_{\text{н}}$  – количество населения, проживающего на данной территории.

Для Красноярского края и Кемеровской области индивидуальный риск, количественные значения которого приведены в таблице 1, не превышает предельно допустимых значений  $R < 10^{-5}$ .

*Коллективный риск* определяет ожидаемое количество пострадавших людей в результате возможных аварий за определенный интервал времени, рассчитывается по формуле [8]:

$$R_{\text{колл}} = \sum_{i=1}^k n_i p_i, \quad (2)$$

где  $n_i$  – значение величины людских потерь при реализации  $i$ -го сценария аварийной ситуации из  $k$  возможных, который может осуществиться с вероятностью, равной  $p_i$ .

Значения коллективного риска для Красноярского края и Кемеровской области приведены в таблице 2.

*Материальный риск*, связанный с потерей материальных или финансовых средств в результате возможных техногенных ЧС, рассчитывается по формуле [9]:

$$R_{\text{мат}} = \sum_{i=1}^k g_i p_i, \quad (3)$$

где  $g_i$  – значение стоимости оценки материального ущерба при реализации  $i$ -го сценария аварийной ситуации, который может осуществиться с вероятностью, равной  $p_i$ .

*Социальный риск* оценивается динамикой погибших, в пересчете на 1000 человек и характеризует масштабы и тяжесть чрезвычайных ситуаций, рассчитывается по формуле [10]:

$$R_c = \frac{1000 C}{L}(t), \quad (4)$$

где  $C$  - число умерших в единицу времени  $t$  (смертность) в исследуемой группе,  $L$  - общая численность исследуемой группы.

Данные по Красноярскому краю и Кемеровской области приведены в таблице 4.

*Экономический риск* определяется соотношением пользы и вреда, получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности [10].

Определение экономического риска от техногенных ЧС достаточно сложно, в связи с отсутствием полноты информации по данным показателям.

Таблица 2. Количественные показатели коллективного риска на территории Красноярского края и Кемеровской области.

| <b>Красноярский край</b>              |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Год                                   | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
| Число погибших при техногенных ЧС     | 0     | 8     | 17    | 11    | 39    |
| Вероятность ЧС техногенного характера | 0,004 | 0,004 | 0,007 | 0,006 | 0,009 |
| Коллективный риск                     | 0     | 0,034 | 0,121 | 0,063 | 0,334 |
| <b>Кемеровская область</b>            |       |       |       |       |       |
| Год                                   | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
| Число погибших при техногенных ЧС     | 5     | 3     | 4     | 12    | 21    |
| Вероятность ЧС техногенного характера | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,01  | 0,013 |
| Коллективный риск                     | 0,013 | 0,008 | 0,01  | 0,123 | 0,27  |

Таблица 3. Количественные показатели материального риска для Красноярского края.

| <b>Красноярский край</b>                           |       |       |       |       |      |
|--|-------|-------|-------|-------|------|
| Год  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015 |
| Число погибших при техногенных ЧС                  | 0     | 8     | 17    | 11    | 39   |
| Число пострадавших                                 | 2     | 45    | 23    | 22    | 121  |
| Ущерб от потери человеческой жизни и здоровья, млн | 0,2   | 12,5  | 19,3  | 13,2  | 51,1 |
| Материальный риск                                  | 0,001 | 0,054 | 0,14  | 0,075 | 0,44 |
| <b>Кемеровская область</b>                         |       |       |       |       |      |
| Год  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015 |
| Число погибших при техногенных ЧС                  | 5     | 3     | 4     | 12    | 21   |
| Число пострадавших                                 | 2     | 4     | 16    | 23    | 25   |
| Ущерб от потери человеческой жизни и здоровья, млн | 5,2   | 3,4   | 5,6   | 14,3  | 23,5 |
| Материальный риск                                  | 0,013 | 0,01  | 0,014 | 0,15  | 0,3  |

Таблица 4. Количественные показатели социального риска для Красноярского края.

| <b>Красноярский край</b>           |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Год                                | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
| Число погибших                     | 0     | 8     | 17    | 11    | 39    |
| Социальный риск при техногенных ЧС | 0     | 0,003 | 0,006 | 0,004 | 0,014 |
| <b>Кемеровская область</b>         |       |       |       |       |       |
| Год                                | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  |
| Число погибших                     | 5     | 3     | 4     | 12    | 21    |
| Социальный риск при техногенных ЧС | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,004 | 0,008 |

Сохраняющаяся тенденция ежегодного роста количества и масштабов последствий аварий, катастроф заставляет искать новые пути решения в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций, предвидеть будущие угрозы и развивать методы их прогноза и предупреждения.

Развитие промышленных регионов должно осуществляться без ущерба для будущих поколений. При этом риски для человека и окружающей среды должны быть минимальны. Для рационального планирования основными показателями становятся уровни приемлемого риска. Сравнительные предельно-допустимые показатели, на основании которых возможен анализ, присутствуют только в методике оценки индивидуального риска, что не позволяет объективно оценить степень безопасности региона. Однако прослеживается негативная динамика роста показателей рисков промышленных регионов Сибири.

*Исследование выполнено при поддержке краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» (заявка № 2017051102387).*

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Потапов Б.В., Радаев Н.Н. Экономика природного и техногенного рисков. М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2001. 513 с.
- [2] Левкевич В.Е., Лепихин А.М., Москвичев В.В. и др. Безопасность и риски устойчивого развития территорий: монография. Красноярск: Сиб.федер.ун-т, 2014. 224 с.
- [3] Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Системные исследования ЧС. – М.: МГОФ «Знание», 2015. 864 с.
- [4] Махутов Н.А., Кузык Б.Н., Абросимов Н.В. Научные основы прогнозирования и прогнозные показатели социально-экономического и научно-технологического развития России до 2030 года с использованием критериев стратегических рисков. М.: ИНЭС, 2011. 137 с.
- [5] Москвичев В.В., Воронов С.П., Закревский М.П. и др. Техногенные риски с учетом территориальных особенностей Красноярского края. Препринт № 4. Красноярск: ИВМ СО РАН, 2004. 60 с.
- [6] Ежегодные государственные доклады МЧС России «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», 2009-2015 гг.
- [7] МР 2-4-71-40. «По порядку разработки, проверки, оценки и корректировки электронных паспортов территорий (объектов). Методические рекомендации» (утв. Министерством РФ по гражданской обороне, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий 15.07.2016).
- [8] Акимов В.А., Быков А.А., Востоков В.Ю. и др. Методики оценки рисков чрезвычайных ситуаций и нормативы приемлемого риска чрезвычайных ситуаций (Руководство по оценке рисков чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в том числе при эксплуатации критически важных объектов Российской Федерации) // Проблемы анализа риска. 2005. № 1, С. 6-32.
- [9] Сборник методических документов, применяемых для независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороне и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Союз организации, осуществляющих, экспертную деятельность в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций промышленной, пожарной и экологической безопасности. Ч. 1. М., 2008. 704 с.
- [10] Сборник методических документов, применяемых при анализе и оценке техногенных рисков. Союз организаций, осуществляющих экспертную деятельность в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, промышленной, пожарной и экологической безопасности. М., 2011. 416 с.