

УДК 629.039.58.505.005

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2018

Базовые риски природно-техногенной безопасности Красноярской промышленной агломерации

В. В. Москвичев,Институт вычислительных технологий СО РАН,
г. Красноярск**О. В. Тасейно,**Институт вычислительных технологий СО РАН,
Сибирский государственный университет науки и технологии им. Решетнева,
г. Красноярск**У. С. Иванова,****Д. А. Черных,**
Институт вычислительных технологий СО РАН,
Сибирский федеральный университет,
г. Красноярск

Аннотация

В работе рассматриваются подходы к анализу рисков, позволяющих оценивать возможности устойчивого развития промышленного региона как единой социально-природно-техногенной системы. В качестве базовых индивидуальных рисков выбраны потенциальные и реализованные риски заболеваемости и гибели населения региона от воздействия факторов окружающей среды, включая возникновение разного рода чрезвычайных ситуаций, воздействие загрязнения воздуха и климатических факторов. Основой для оценки рисков является информация, получаемая действующими федеральными и региональными системами мониторинга. Показано, что наибольшим превышением приемлемых уровней риска характеризуются риски гибели от воздействия ЧС техногенного характера и индивидуальные неканцерогенные риски от загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: социально-природно-техногенная система, индивидуальные стратегические риски, приемлемый уровень риска.

Содержание

Введение

1. Базовые индивидуальные риски природно-техногенной безопасности
2. Подходы к оценке индивидуальных рисков
3. Динамика базовых индивидуальных рисков

Заключение

Литература

Введение

Устойчивое развитие регионов и страны в целом в значительной мере определяется проблемами природно-техногенной безопасности, при этом наблюдается многофакторность угроз, взаимно влияющих друг на друга и обусловленных природными, техногенными и социальными факторами. Чрезвычайные ситуации приводят к одному или совокупности следующих последствий: ухудшению состояния окружающей среды, гибели человека или отклонению здоровья от среднестатистического значения, материальным потерям [1, 2].

Реализация комплексного подхода к достижению безопасности регионального развития предопределяется решением ряда научных и организационных задач. Актуальными становятся задачи по разработке направлений устойчивого развития муниципальных образований, регионов и страны на основе управления рисками [3, 4]. Техногенные системы, природные процессы, территориальные образования подвержены воздействию характерных видов риска, которые необходимо целенаправленно идентифицировать и принимать необходимые меры, направленные на защиту и смягчение последствий в случае реализации опасности. Особенностью предлагаемого подхода является представление про-

мышленного региона в виде единой социально-природно-техногенной (С-П-Т) системы, прогноз развития которой осуществляется с использованием оценок индивидуальных и социально-экономических стратегических рисков на базе информационной системы территориального управления рисками и безопасностью [5]. В работе рассматриваются методы и результаты оценки стратегических индивидуальных рисков развития С-П-Т системы Красноярского края.

1. Базовые индивидуальные риски природно-техногенной безопасности

Выбор базовых территориальных рисков основывается на информации, получаемой из действующих федеральных и региональных систем мониторинга. Исходя из основных мониторинговых показателей были выбраны компоненты индивидуальных рисков, представленных на рис. 1. В состав базовых рисков индивидуального развития включены наиболее важные с точки зрения показателей заболеваемости и смертности населения, которые можно оценить количественно.

Базовые риски условно подразделяются на две основные группы. Потенциальные риски являются результатом прогностической оценки вероятности неблагоприятного исхода развивающейся (еще не закончившейся) ситуации. Реализованные риски оцениваются на базе статистических показателей, регистрирующих свершившиеся события, например, гибель людей в результате аварии или заболеваемость в результате воздействия негативных факторов профессиональной деятельности.

2. Подходы к оценке индивидуальных рисков

Индивидуальный риск ЧС связан с деятельностью отдельного человека или возникает, если он подвергается риску в составе части общества (проживание в экологически неблагоприятных регионах или вблизи источников повышенной опасности, профессиональные группы и т.д.), и применяется для установления количественных значений с целью управления административными территориями [6]:

$$R = N_{\text{П}} / N_{\text{Н}}, \quad (1)$$



Рис. 1. Классификация базовых рисков

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

При формировании рисков здоровью основным фактором является атмосферный воздух. Загрязнение воздуха — одна из причин заболеваемости и смертности населения, более 80% городского населения подвергаются воздействию загрязненной воздушной среды. Статистически значимая заболеваемость населения от загрязнения воздуха установлена для заболеваний бронхитами, эмфиземой легких, пневмонией, ОРЗ и рядом других [7]. Расчет рисков от загрязнения атмосферного воздуха обычно выполняется отдельно для веществ, обладающих канцерогенным и неканцерогенным действием.

Расчет индивидуального канцерогенного риска осуществляется с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона, единичный риск) [8]. Как правило, для канцерогенных химических веществ дополнительная вероятность развития рака у индивидуума на всем протяжении жизни оценивается с учетом среднесуточной дозы в течение жизни:

$$R_{\text{канцер}} = LADD \cdot SF, \quad (2)$$

где $LADD$ — среднесуточная доза в течение жизни, г/(кг·день); SF — фактор наклона, (мг/(кг·день))⁻¹.

При оценке канцерогенных рисков используют средние суточные дозы, усредненные с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека (70 лет). Стандартное уравнение для расчета $LADD$ (мг/(кг·день)) имеет следующий вид:

$$LADD = [C \cdot CR \cdot ED \cdot EF] / [BW \cdot AT \cdot 365], \quad (3)$$

где C — концентрация вещества в загрязненной среде, мг/л, мг/куб. м, мг/кг; CR — скорость поступления воздействующей среды (воздуха), куб. м/день; ED — продолжительность воздействия, лет; EF — частота воздействия, дней/год; BW — масса тела человека, кг; AT — период усреднения экспозиции (для канцерогенов $AT = 70$ лет); 365 — число дней в году.

Расчет риска здоровью при ингаляционном воздействии неканцерогенных веществ выполнялся по формуле [7]:

$$R_{\text{неканцер}} = 1 - \exp \left[-0,174 \cdot \left(\frac{C_{\text{с.г.}}}{\text{ПДК}_{\text{с.с.}}} \right)^b / K_3 \right], \quad (4)$$

где $C_{\text{с.г.}}$ — среднегодовая концентрация, мкг·м⁻³; $\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ — предельно допустимая среднесуточная концентрация, мкг·м⁻³; b — коэффициент, учитывающий особенности токсикологических свойств вещества; K_3 — коэффициент запаса.

3. Динамика базовых индивидуальных рисков

Красноярский край является одним из крупных промышленных регионов РФ, в котором более 700 потенциально опасных объектов с функционально сложными и высокоопасными системами производства [9, 10], характеризующимися как явными (риски возникновения аварий и катастроф), так и скрытыми (загрязнение окружающей среды) угрозами жизни и здоровью населения. По статистическим данным в крае выделяется более 80 видов ЧС, при этом повторяемость местных и региональных природных ЧС в крае не превышает 3—5 событий в год и находится на среднем уровне по Российской Федерации. В то же время повторяемость ЧС межрегионального и федерального уровней оказывается выше среднероссийской и достигает 0,8 события в год. Повторяемость ЧС техногенного характера находится в пределах 5—10 событий в год. При этом основная доля ЧС относится к локальному и муниципальному уровням [1].

Расчеты риска ЧС основываются на статистических показателях официальной базы данных АИУС РСЧС. К гибели людей на территории Красноярского края могут приводить ЧС техногенного и биолого-социального характера (рис. 2).

К ЧС биолого-социального характера относятся эпидемии инфекционных и паразитарных заболеваний, приводящие к гибели людей. Наиболее значимы в этом смысле воздушно-капельные инфекции, паразитарные болезни, кишечные инфекции, социально обусловленные заболевания и природно-очаговые заболевания.

Индивидуальный риск ЧС биолого-социального характера для территории края не превышает приемлемого уровня $1 \cdot 10^{-5}$. Под приемлемым уровнем понимают риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из экономических и социальных факторов.

Высокий уровень индивидуального риска в 2005 г. связан с возрастанием в этот период количества ЧС с человеческими жертвами. Среди наиболее значимых событий: крушение самолета АН-2, совершавшего рейс по маршруту Ванавара — Тура, в результате чего погибло 9 человек, автотранспорт-

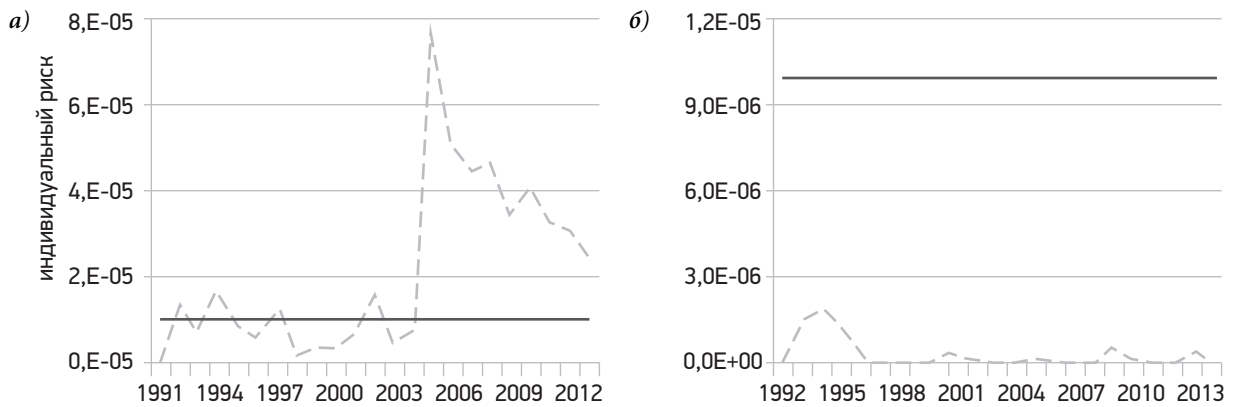


Рис.2. Динамика индивидуальных рисков гибели от воздействия чрезвычайных ситуаций для населения Красноярского края: а) техногенного характера; б) биолого-социального характера (прямой линией отмечен допустимый уровень риска)

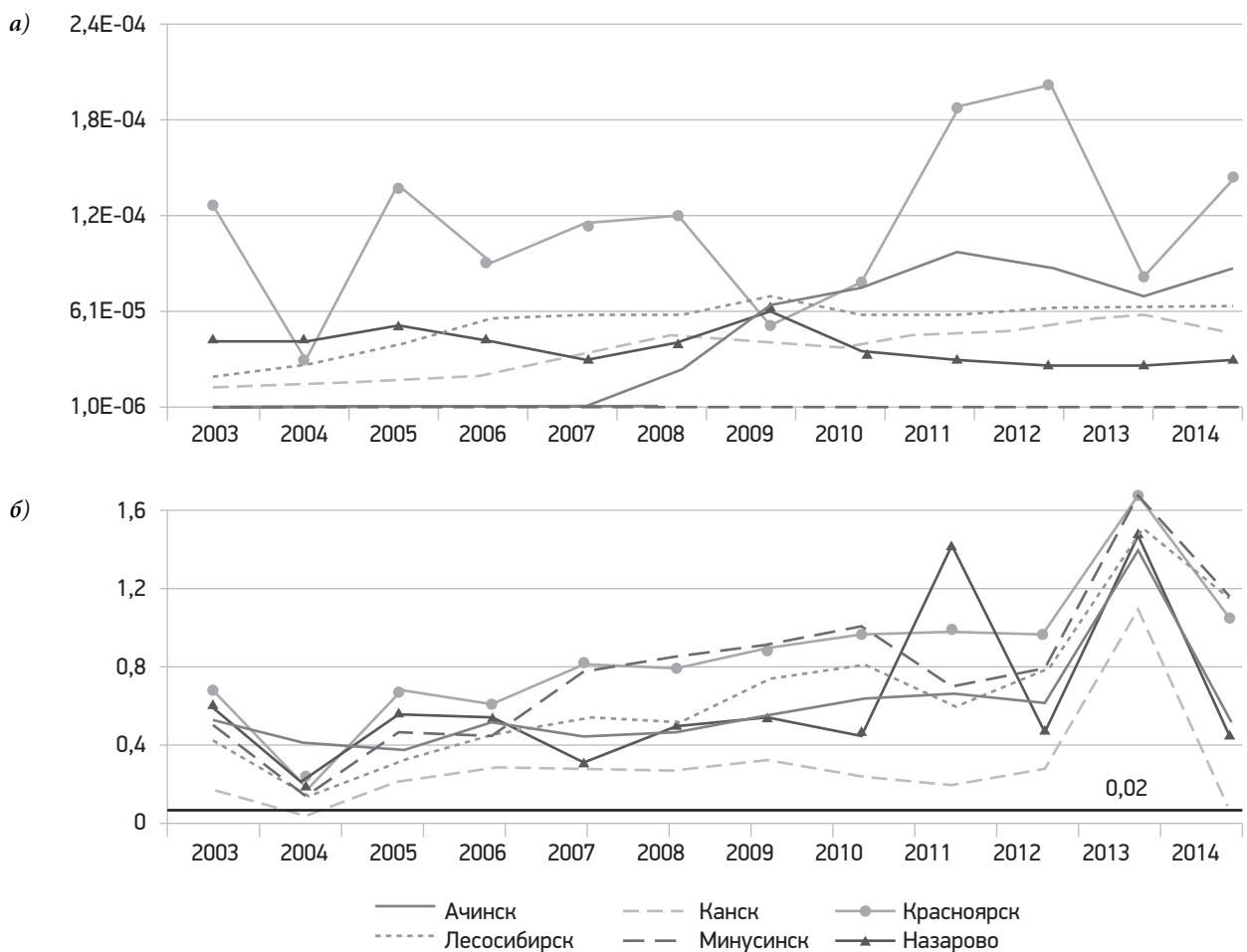


Рис. 3. Динамика индивидуальных рисков для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха в городах Красноярского края: а) канцерогенные индивидуальные риски (допустимый уровень равен $1 \cdot 10^{-6}$); б) неканцерогенные индивидуальные риски (прямой линией обозначен допустимый уровень [7])

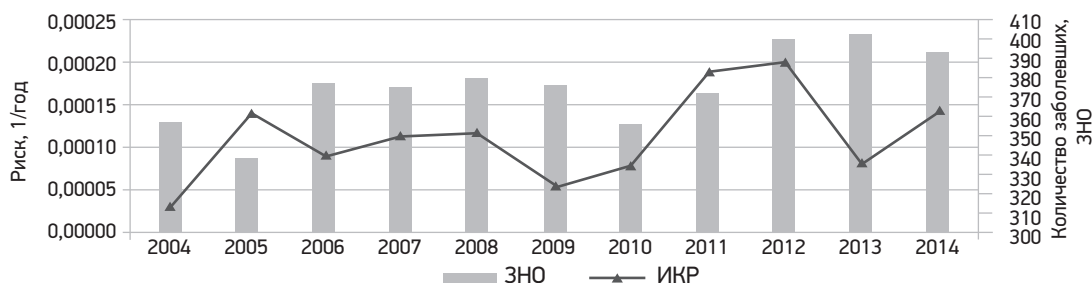


Рис. 4. Динамика индивидуальных канцерогенных рисков (ИКР) и заболеваемость злокачественными новообразованиями (ЗНО) (на 100 тысяч населения) в г. Красноярске в период с 2003 по 2014 г.

ная авария, которая привела к гибели 5 человек, опрокидывание пассажирского судна в результате перегрузки, вследствие чего погибло 14 человек, также в этом году зафиксировано более 80 пожаров, на которых в среднем погибло около 160 человек.

В Красноярском крае действуют 26 стационарных постов наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха государственной наблюдательной сети и 6 постов региональной сети. Наблюдения за качеством атмосферного воздуха в городах края выполняют ФГБУ «Среднесибирское УГМС», территориальные отделы Управления Роспотребнадзора по Красноярскому краю в рамках социально-гигиенического мониторинга, КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» (ЦРМПиООС), промышленные предприятия [11]. Динамика канцерогенных и неканцерогенных индивидуальных рисков для населения городов Красноярского края от загрязнения атмосферного воздуха представлена на рис. 3.

Анализ уровней заболеваемости злокачественными новообразованиями не согласуется с расчетными уровнями канцерогенных рисков (рис. 4) [12]. Одна из причин таких расхождений в том, что в официальной методике расчета канцерогенных рисков не учитывается ряд важных показателей, влияющих на фактические уровни заболеваемости, например возрастная структура населения. При этом загрязнение атмосферного воздуха всего лишь один из факторов, влияющих на онкологическую заболеваемость населения крупного промышленного центра. Для более полной оценки расчетных канцерогенных рисков следует учитывать, например, такие виды воздействия на здоровье населения, как загрязнение питьевой воды, совокупность факторов образа жизни, в т. ч. курение и т. д.

Заключение

При складывающейся неблагоприятной ситуации с загрязнением атмосферного воздуха на территории Красноярского края возможно увеличение смертности населения, развитие онкологических заболеваний, заболеваний органов дыхания, центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, органов кроветворения, зрения и репродуктивной системы. Развитие промышленных регионов должно осуществляться без ущерба для будущих поколений. При этом риски для человека и окружающей среды должны быть минимальны. Наличие стратегически важных и потенциально опасных объектов в Красноярском крае влечет за собой риск возникновения явных и скрытых чрезвычайных ситуаций. Следует учитывать, что безопасность и защищенность объектов повышенного риска от чрезвычайных ситуаций не в полной мере соответствует современным требованиям. Ненулевая концепция риска отражает тот факт, что невозможно полностью предотвратить и исключить возникновение техногенных аварий, природных катастроф и других чрезвычайных ситуаций, возможно лишь снизить их количество, уменьшить ущерб от их последствий путем мониторинга, анализа и снижения рисков развития. Для оценки комплексной безопасности территориальных образований большое внимание должно уделяться разработке и использованию критериев и методов анализа рисков, поскольку существующие на данный момент методики не в полной мере позволяют оценить сложные многофакторные процессы формирования рисков.

Литература

1. Левкевич В.Е. и др. Безопасность и риски устойчивого развития территорий: монография. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. 224 с.

2. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Системные исследования чрезвычайных ситуаций. М.: Знание, 2015. 864 с.
3. Махутов Н. А., Абросимов Н. В., Гаденин М. М. / Обеспечение безопасности — приоритетное направление в области фундаментальных и прикладных исследований // Экологические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 3 (27). С. 46—71.
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., Бычков И. В., Потапов В. П., Тасейко О. В., Шокин Ю. И. Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью // Вестник Российской академии наук. 2017. № 8. С. 696—705.
6. 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).
7. Фруммин Г. Т. Оценка риска для здоровья населения Санкт-Петербурга при ингаляционном воздействии взвешенных веществ и бенз(а)пирена // Безопасность жизнедеятельности. 2011. № 2. С. 38—41.
8. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Руководство. Р 2.1.10.1920-04 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004).
9. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Региональные проблемы безопасности // Красноярский край. М.: Знание. 2001. 576 с.
10. Москвичев В. В., Воронов С. П., Закревский М. П., Лепихин А. М., Ничепорчук В. В., Ноженкова Л. Ф., Тридворнов А. В., Черняев А. П. Техногенные риски с учетом территориальных особенностей Красноярского края // Препринт № 4. Красноярск: ИВМ СО РАН. 2004. 60 с.
11. Государственные доклады «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2003—2014 гг.».
12. Министерство здравоохранения Красноярского края. Письмо № 71/2200118309 от 05.06.2017. Общая заболеваемость населения Красноярского края по городам.

Сведения об авторах

Москвичев Владимир Викторович: Институт вычислительных технологий СО РАН
Количество публикаций: 457
Область научных интересов: природно-техногенная безопасность населения и объектов экономики
Контактная информация:
Адрес: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, д. 53
Тел.: +7 (391) 227-29-12
E-mail: krasn@ict.nsc.ru

Тасейко Ольга Викторовна: Институт вычислительных технологий СО РАН, Сибирский государственный университет науки и технологии им. Решетнева
Количество публикаций: 76
Область научных интересов: математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды
Контактная информация:
Адрес: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, д. 53/660037, г. Красноярск, проспект им. Газеты «Красноярский рабочий», д. 31
Тел.: +7 (923) 280-52-10
E-mail: taseiko@gmail.com

Иванова Ульяна Сергеевна: Институт вычислительных технологий СО РАН, Сибирский федеральный университет
Количество публикаций: 7
Область научных интересов: методы и средства сбора, обработки и анализа статистической информации
Контактная информация:
Адрес: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, д. 53/660041, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 79
Тел.: +7 (923) 281-94-64
E-mail: ulyana-ivanova@inbox.ru

Черных Дарья Александровна: Институт вычислительных технологий СО РАН, Сибирский федеральный университет
Количество публикаций: 13
Область научных интересов: методы и средства сбора, обработки и анализа статистической информации; воздействие антропогенных изменений окружающей среды на здоровье и социально-трудовой потенциал населения
Контактная информация:
Адрес: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, д. 53/660041, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 79
Тел.: +7 (983) 284-98-90
E-mail: dachernykh93@gmail.com