

Базовые региональные риски развития территорий Сибирского федерального округа

В. В. МОСКВИЧЕВ^{1,2}, О. В. ТАСЕЙКО^{1,3}, У. С. ИВАНОВА^{1,2}, Д. А. ЧЕРНЫХ^{1,3,*}

¹Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

³Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

*Контактный e-mail: dachernykh93@gmail.com

Выполнен анализ индивидуальных стратегических рисков социально-природно-техногенной системы промышленного региона на примере территорий Сибирского федерального округа. Рассмотрены основные виды рисков и их средние значения для двух групп: потенциальные и реализованные, и приведены факторы, их определяющие. Выполнено сравнение фактических и нормативных уровней риска с учетом особенностей регионального развития территорий. Выявлены базовые индивидуальные риски для территории Красноярского края.

Ключевые слова: базовые риски регионального развития, социально-природно-техногенная система, индивидуальный стратегический риск, приемлемый риск.

Введение

В Конституции РФ (1993 г.), Стратегии устойчивого развития России (1996 г.), Стратегии национальной безопасности РФ (2015 г.), ряде основополагающих федеральных законов и технических регламентов по проблемам безопасности подчеркнута исключительная важность сохранения, обеспечения и повышения уровня экологического благополучия и экологической безопасности, лежащих в основе жизнедеятельности государства, общества и человека. Одной их важнейших проблем в этой области является общая постановка целей, задач и методов их достижения, реализуемых, как правило, без прямых количественных оценок [1]. Наиболее перспективным и актуальным направлением обеспечения экологической безопасности в соответствии со стратегическими документами РФ является изучение, поддержание, повышение и регулирование состояния основных составляющих социально-природно-техногенной системы (С-П-Т-системы) на основе приемлемых уровней социально-гигиенических, экологических, экономических, природных и техногенных рисков [1, 2].

Целями работы являются анализ и оценка индивидуальных стратегических рисков, возникающих в социально-природно-техногенной системе промышленного региона на примере территорий Сибирского федерального округа, а также проведение сравнительной оценки фактических и нормативных уровней риска с учетом особенностей регионального развития территорий.

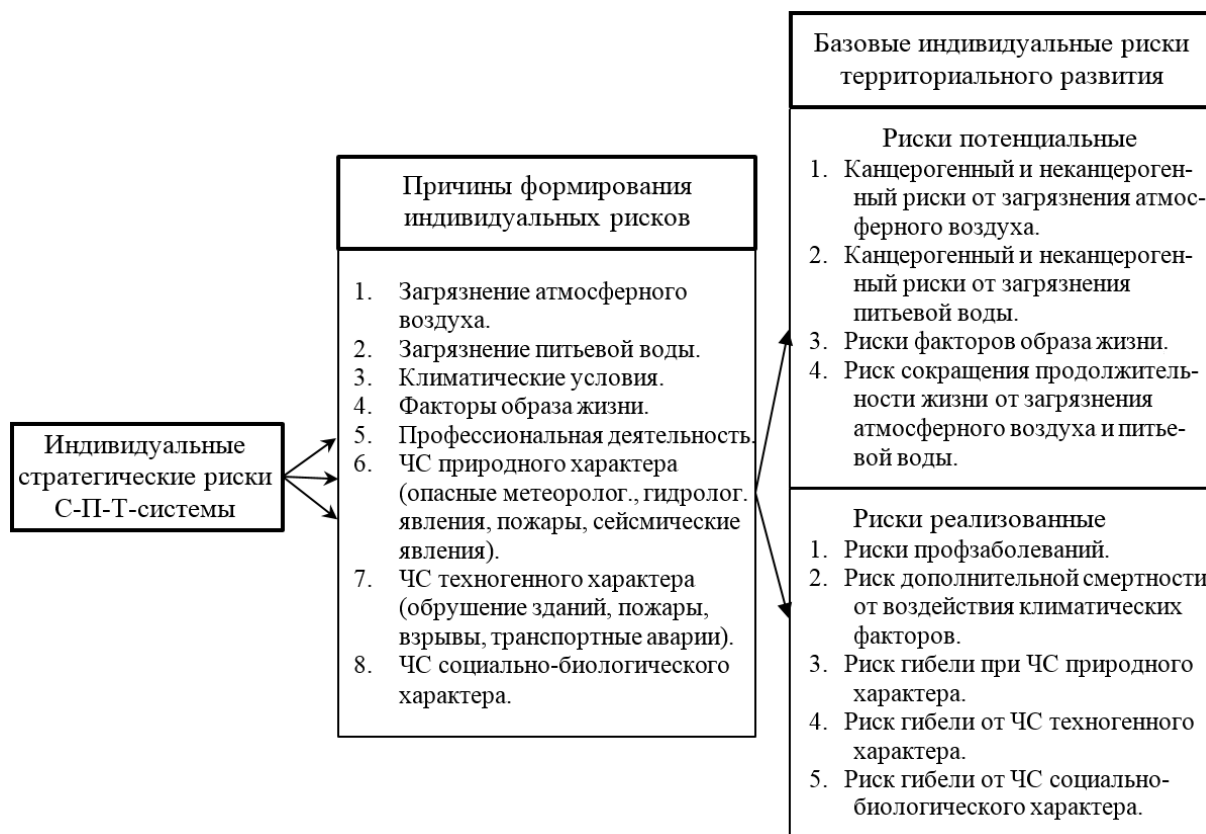


Рис. 1. Классификация базовых рисков территориального развития

Определяющее значение при прогнозировании регионального развития имеют индивидуальные стратегические риски потерь человеческих жизней в пределах отдельного региона по неестественным причинам (гибель людей вследствие транспортных аварий, убийств и самоубийств, алкоголизма и наркомании, отравлений, аварий и катастроф, исчезновения), по преждевременным и естественным причинам. Фактические индивидуальные стратегические риски для России в целом составили $2.1 \cdot 10^{-3}$ (на начало 2010 г.), что в 20 раз превышает приемлемые для передовых стран и в два раза недопускаемые предельные уровни рисков [3].

Индивидуальные стратегические риски в сложной С-П-Т-системе региона определяются соответствующими неблагоприятными процессами и явлениями социального, природного и техногенного характера. Для регионов Сибири основные опасные процессы и явления включают загрязнение объектов окружающей среды, возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС), климатические условия, факторы образа жизни и профессиональной деятельности (рис. 1).

1. Оценка базовых индивидуальных рисков

Базовые индивидуальные риски территориального развития можно разделить на две группы:

- риски потенциальные, которые учитывают вероятность возникновения угрозы жизни и здоровью людей под действием негативных факторов среды;
- риски реализованные, при количественном определении которых учитываются фактические показатели заболеваемости и смертности.

Риски первой группы обладают довольно высокой вероятностью и часто не имеют тяжелых последствий, многие из них проявляются с определенной задержкой во времени, тогда как риски второй группы обычно характеризуются малыми вероятностями, но тяжелыми последствиями.

В настоящее время единой методики оценки всех видов риска не разработано, кроме того, в применяющихся методических документах не предусмотрена интегральная характеристика риска нарушений здоровья различной тяжести под воздействием разнородных факторов [4]. Методики оценки территориальных рисков с учетом имеющихся предположений в этом направлении [5] также требуют соответствующего нормативного закрепления.

Расчет индивидуальных рисков гибели при чрезвычайных ситуациях техногенного характера (реализованных рисков) для отдельных регионов Сибирского федерального округа (рис. 2) выполнен по методике МР 2-4-71-40 [6]. В Кемеровской и Омской областях, в Красноярском крае за период 2011–2015 гг. наблюдался устойчивый рост значений индивидуальных рисков гибели при техногенных ЧС. В Кемеровской и Новосибирской областях расчетные уровни рисков не превышают допустимого значения.

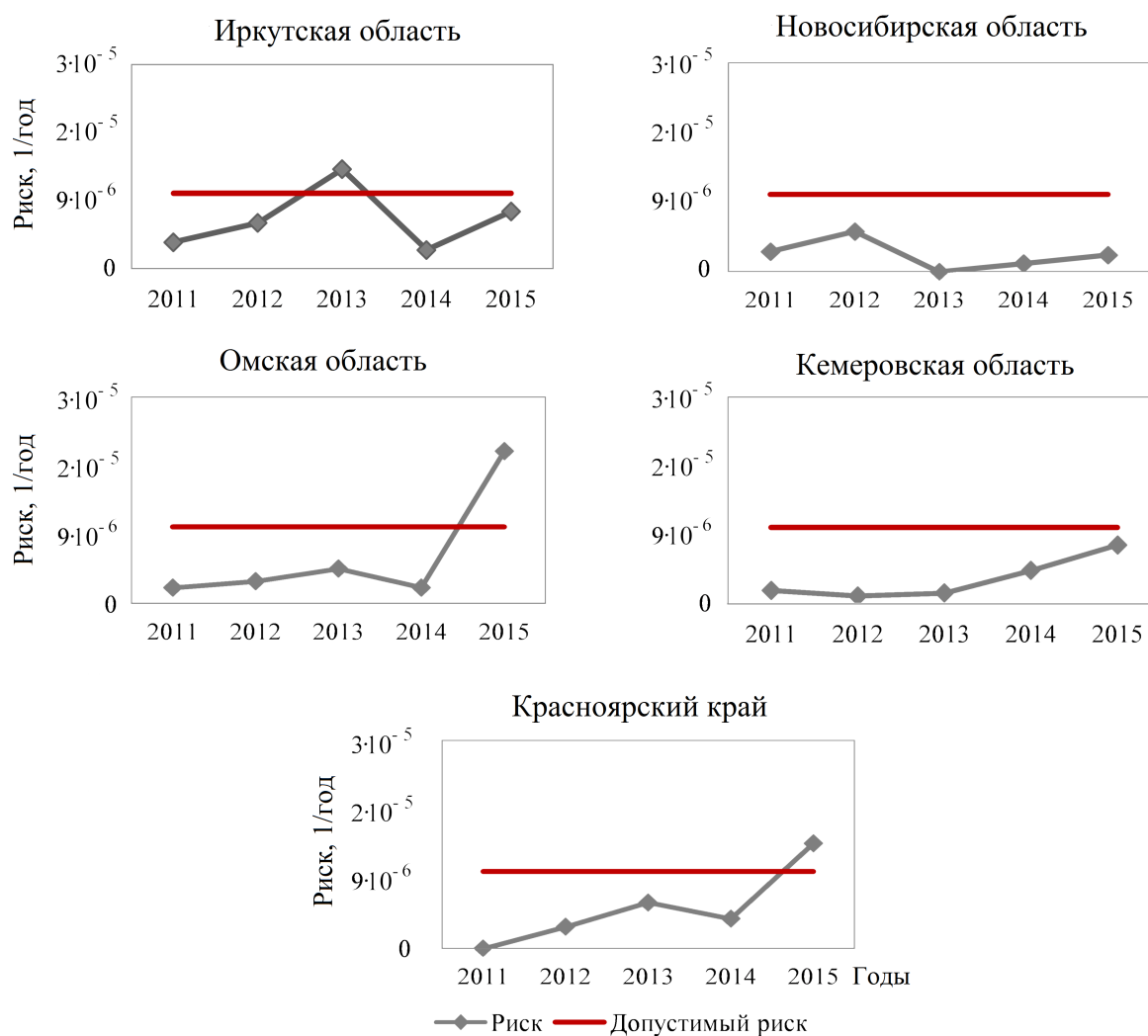


Рис. 2. Динамика индивидуального техногенного риска в регионах Сибири

Наиболее распространенным фактором в оценках потенциальных рисков является заболеваемость от загрязнения атмосферного воздуха в городах. Возможность расчета таких рисков связана с наличием системы государственного мониторинга, которая предоставляет информацию о загрязнении атмосферного воздуха в некоторых наиболее крупных городах. Традиционно риски делят на две категории — канцерогенные и неканцерогенные в соответствии с действием, оказываемым загрязняющими веществами на здоровье экспонируемого населения. Поскольку канцерогенные риски рассчитываются в абсолютных (вероятностных) показателях, а неканцерогенные — в виде индексов опасности, сравнение интенсивности их воздействия на здоровье не представляется возможным (рис. 3).

Оценка канцерогенных рисков проводилась по содержанию в воздухе городов Красноярского края формальдегида, бенз(а)пирена и бензола на основе данных мониторинга Среднесибирского УГМС [7–18]. Несмотря на то что полный перечень веществ определен только для г. Красноярска, основной вклад в уровни канцерогенного риска всех городов (за исключением г. Канска) вносит формальдегид. Значительное содержание в воздухе городов именно этого загрязняющего вещества приводит к значениям риска, превышающим допустимый уровень $1 \cdot 10^{-6}$ (рис. 3, а).

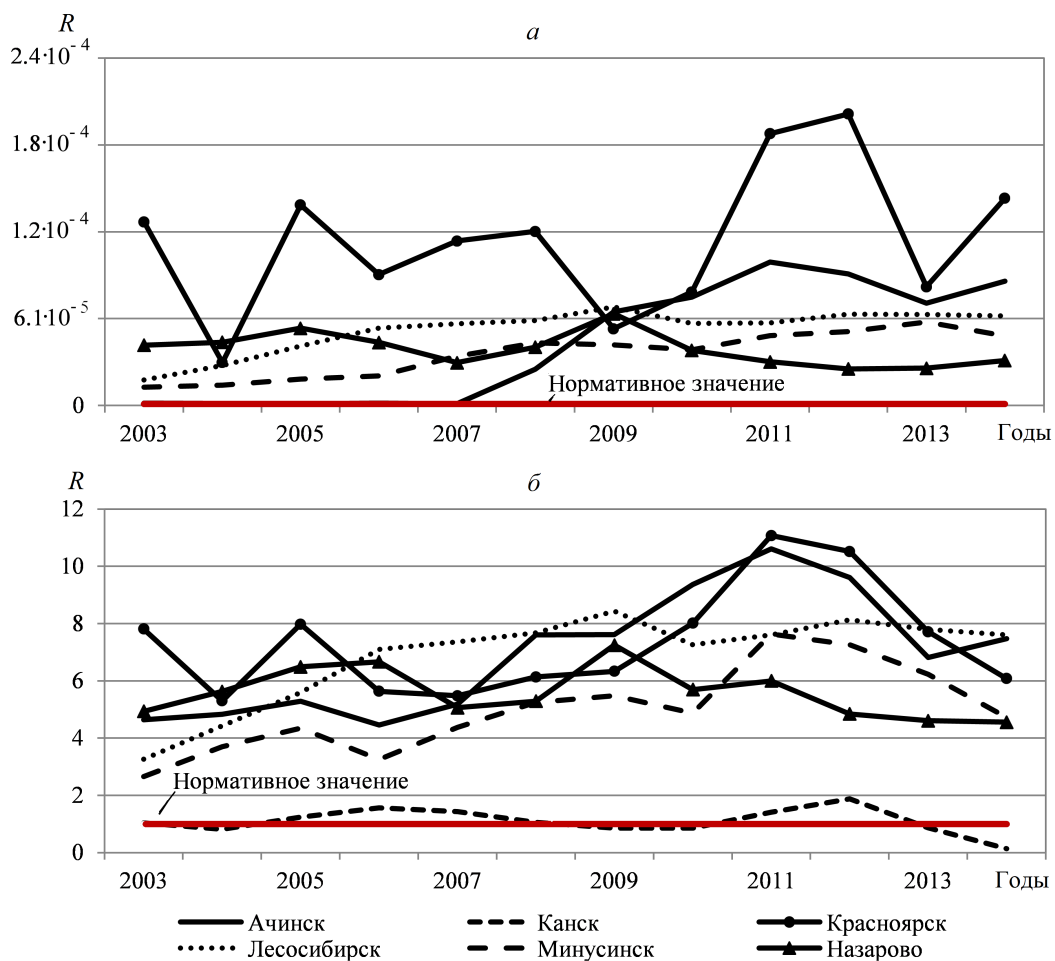


Рис. 3. Динамика индивидуальных рисков R для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха в городах Красноярского края (прямой линией обозначен допустимый уровень): канцерогенные (а) и неканцерогенные (б) индивидуальные риски

Перечень концентраций веществ, использованных для оценки неканцерогенных рисков ингаляционного воздействия в городах Красноярского края включает: взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, фенол, гидрофторид, формальдегид, бенз(а)пирбензол, этилбензол, ксилол, толуол. По вкладу в уровни рисков доминируют взвешенные вещества и формальдегид. Самые низкие показатели риска наблюдаются в г. Канске, что, вероятно, связано с отсутствием формальдегида в перечне определяемых в этом городе показателей. В целом уровни неканцерогенного риска для всех рассмотренных городов стабильно увеличиваются в течение последних десяти лет и превышают допустимый уровень.

2. Анализ нормативных и фактических уровней риска

Одним из наиболее важных вопросов гармонизации критериев оценки риска для здоровья является общее признание уровней допустимого риска здоровью населения. В международной терминологии под допустимым риском понимают уровень потенциального ущерба, который считается допустимым в данном обществе или сообществе с учетом существующих социальных, политических, культурных, технических и технологических условий. В инженерном понимании допустимый риск также используется для оценки и выработки мер, необходимых для снижения возможного ущерба людям, имуществу, услугам и системам до установленного допустимого уровня согласно стандартам или общепринятой практике, основанной на знании вероятности угрозы и других факторов. Стоит отметить, что величина допустимого риска аварий для объектов, подконтрольных Ростехнадзору, в настоящее время законодательно не установлена [19]. Уровни приемлемого риска здоровью населения устанавливаются в зависимости от применяемой методики оценки риска. Показатели и уровни приемлемого риска здоровью населения приведены в табл. 1 и 2.

В «Руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» величина индивидуального риска серьезного заболевания или смерти $1 \cdot 10^{-4}$ рассматривается как верхняя граница приемлемого (допустимого) риска. Эта величина практически совпадает с приведенными в большинстве методических документов США и ЕС. Необходимо отметить, что во многих документах не приводятся численные величины допустимого риска здоровью, а указывается, например, что это — уровень риска развития неблагоприятного эффекта, который не требует принятия дополнительных мер по его снижению, оцениваемый как независимый, незначительный по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности и жизни населения [4].

При разработке стандарта ГОСТ Р 22.10.02-2016 авторами были обработаны исходные статистические данные — информация о более чем 27 тыс. чрезвычайных ситуациях за период с 1992 по 2014 г. из официальной базы данных АИУС РСЧС [19, 20]. Допустимые уровни риска по различным методикам установлены в диапазоне $10^{-4} - 10^{-6}$, что позволяет интерпретировать полученные значения как число дополнительных случаев неблагоприятных эффектов на 10 тысяч — миллион населения. В этот же диапазон попадают риски гибели от ЧС. Для оценки неканцерогенных рисков используются пороговые модели, т. е. предполагается, что для каждого вещества и пути его поступления существует некоторый порог, ниже которого вещество не оказывает негативного воздействия на здоровье человека, а выше которого оказывает. Поэтому неканцерогенные риски не носят вероятностного характера и сравниваются преимущественно с единицей

Т а б л и ц а 1. Показатели риска здоровью населения

Показатель риска	Уровень приемлемого риска	Нормативный документ
Потенциальный риск вреда здоровью	Менее 10^{-5}	МР 5.1.1-14. Классификация видов деятельности и хозяйствующих субъектов по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий
<i>Риски для здоровья, обусловленные воздействием химических веществ</i>		
Канцерогенные	$1 \cdot 10^{-5}$	Р 2.1.10.1920-04.
Неканцерогенные	1.0	Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду
<i>Риски, вызванные качеством питьевой воды</i>		
Верхний предел приемлемого канцерогенного риска для канцерогенов группы А	$1 \cdot 10^{-5}$	МР 2.1.4.0032-11. 2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест.
То же для остальных групп канцерогенов	$1 \cdot 10^{-4}$	Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности
Риски по всем пороговым моделям (в т.ч. неканцерогенные)	1.0	
Неспецифический запах	0.05	
Навязчивый запах	0.001	
Риск хронической интоксикации (беспороговый)	0.02	
<i>Риски, связанные с воздействием факторов образа жизни</i>		
Безответственное гигиеническое поведение; нарушение двигательной активности; неправильное питание; аддиктивное и вынужденное поведение; безответственное медицинское поведение	Пренебрежимо малый	Менее 10^{-6}
	Предельно допустимый	$10^{-6} - 10^{-4}$
	Приемлемый для профессиональных групп и неприемлемый для населения в целом	$10^{-4} - 10^{-3}$
	Неприемлемый	Более 10^{-3}
		МР 2.1.10.0033-11.2.1.10. Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения

Т а б л и ц а 2. Рекомендуемые уровни приемлемого риска здоровью от воздействия факторов окружающей среды и ЧС

Категории риска	Уровень приемлемого риска	Нормативный документ
<i>Индивидуальный пожизненный риск</i>		
<i>Высокий</i> (De Manifestis) — неприемлем для производственных условий и населения. Необходимо осуществление мероприятий по устранению или снижению риска	Более 10^{-3}	МосМР 2.1.9.001-03. Критерии установления уровней минимального риска здоровью населения от загрязнения окружающей среды
<i>Средний</i> — допустим для производственных условий; при воздействии на все население необходимы динамический контроль и углубленное изучение источников и возможных последствий неблагоприятных воздействий для решения вопроса о мерах по управлению риском	$10^{-3} - 10^{-4}$	
<i>Низкий</i> — допустимый риск (уровень, на котором, как правило, устанавливаются гигиенические нормативы для населения)	$10^{-4} - 10^{-6}$	
<i>Минимальный</i> (De minimis) — желательная (целевая) величина риска при проведении оздоровительных и природоохранных мероприятий	Менее 10^{-6}	
<i>Индивидуальный риск гибели в ЧС</i>		
Красноярский край	$1.61 \cdot 10^{-5}$	ГОСТ Р 22.10.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций
Иркутская область	$2.05 \cdot 10^{-5}$	
Кемеровская область	$1.73 \cdot 10^{-5}$	
Новосибирская область	$1.20 \cdot 10^{-5}$	
Омская область	$1.23 \cdot 10^{-5}$	
Томская область	$1.47 \cdot 10^{-5}$	

как допустимым значением, в то время как для оценки канцерогенных рисков используются беспороговые модели, т. е. предполагается отсутствие какого-либо безопасного порога воздействия [21, 22].

Расчеты каждого вида риска, приведенного на рис. 1, выполнить достаточно сложно в связи со спецификой получения исходных данных, необходимых для вычислений. В табл. 3 приведены усредненные значения реализованных и потенциальных рисков для городов и территорий Красноярского края. Пространственный масштаб оцениваемых показателей определялся особенностями системы мониторинга исходных влияющих факторов. Так, воздействие ЧС оценивалось для территории края в целом, а воздействие климатических факторов и уровня загрязнения объектов окружающей среды — для отдельных городов. Наибольший вклад в уровни реализованных рисков вносят температурные воздействия, а в уровни потенциальных рисков — химическое за-

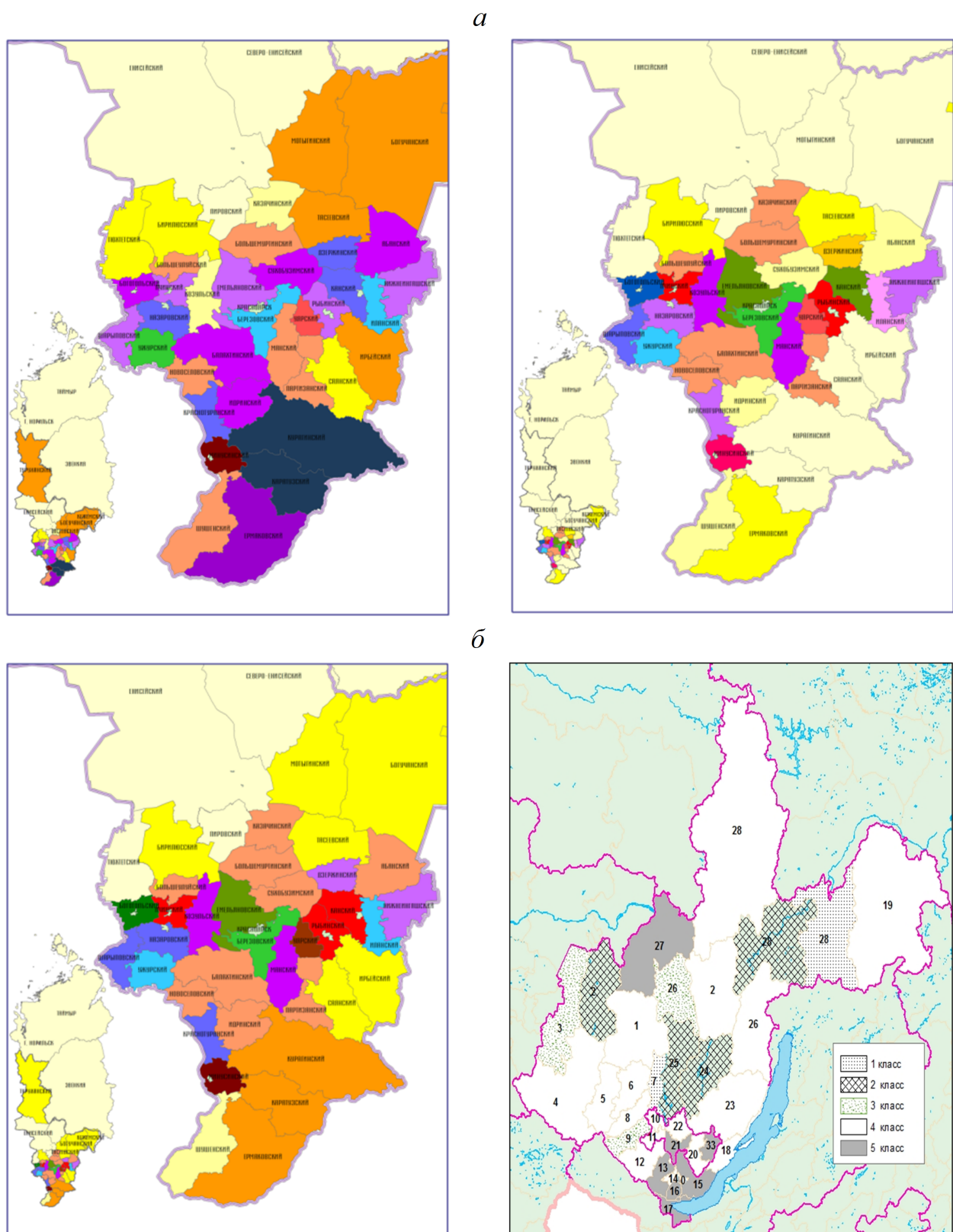


Рис. 4. Картограммы рисков: а — карты природного и техногенного рисков Красноярского края; б — карты комплексного риска Красноярского края и Иркутской области

Т а б л и ц а 3. Количественные значения рисков для городов Красноярского края

Вид риска	Значение
<i>Риски реализованные</i>	
Индивидуальный риск (техногенные ЧС) [23–27], в том числе	$4.5 \cdot 10^{-6}$
— бытовые пожары	$7.04 \cdot 10^{-5}$
— пожары и взрывы пром. объектов	$2.26 \cdot 10^{-6}$
Индивидуальный риск (природные ЧС) [23–27]	$8 \cdot 10^{-7}$
Риск смертности от воздействия температурных волн	$2.7 \cdot 10^{-3}$
Риск смертности от воздействия температурных контрастов (резкий перепад температуры 20–30 °С в течение суток)	$8.5 \cdot 10^{-3}$
Профессиональный риск [7–18]	$2.5 \cdot 10^{-6}$
<i>Риски потенциальные</i>	
Индивидуальный канцерогенный риск:	
— от загрязнения воздуха	$4.8 \cdot 10^{-4}$
— от химического загрязнения продуктов питания [7–18]	$4.48 \cdot 10^{-4}$
Индивидуальный неканцерогенный риск от загрязнения воздуха	0.8
Риск профзаболеваний [7–18]	$7.3 \cdot 10^{-6}$

грязнение среды (атмосферного воздуха и продуктов питания). Выбор базовых показателей индивидуальных стратегических рисков определяется вкладом отдельных факторов в количественные уровни рисков. Результаты расчетов показывают, что наиболее значимыми базовыми рисками для Красноярского края являются показатели, формируемые влиянием климатических факторов.

Общая методология оценки территориальных рисков, включая методику и модели оценки антропогенных рисков, формирование кризисных баз данных, алгоритмы картографирования рисков с использованием ГИС-технологий, рассмотрены в [5, 28, 29]. Примеры карт природного, техногенного и комплексного рисков для территории Красноярского края и комплексного риска для Иркутской области представлены на рис. 4.

Карты построены на основе матрицы риска, составленной по классам опасности и уязвимости. В перечень показателей опасности включались транспортные аварии, бытовые и лесные пожары, наводнения, землетрясения, загрязнения атмосферы, воды, почвы. Уязвимость территорий оценивалась такими показателями, как численность населения, в том числе в зонах поражения, наличие спасательных формирований, уровень регионального валового продукта. Обобщенные данные в виде картограмм рисков являются основой для принятия управленческих решений при разработке программ по снижению рисков и целевых программ социально-экономического развития территорий как субъектов РФ, так и отдельных муниципальных образований и промышленных агломераций.

Заключение

Оценка уровня экологических и техногенных рисков расширяет возможности для разработки экономических механизмов регулирования безопасности регионов и территорий, включая страхование потенциально опасных объектов и населения, проживающего в зонах возможного поражения при ЧС, что приводит к снижению объемов компенса-

ционных выплат из бюджетов органов местного самоуправления. С другой стороны, снижение рисков ЧС обеспечивает более устойчивое функционирование экономического потенциала и повышает конкурентные (инвестиционные) преимущества региона.

Таким образом, комплексная оценка экологического состояния и безопасности на уровне муниципальных образований и промышленных регионов должна осуществляться на основе системного анализа рисков развития, что позволит повысить уровень эффективности территориального управления путем реализации мероприятий по снижению фактических значений рисков территориального развития. Задачи территориального управления трансформируются и формулируются как задачи управления рисками развития.

Список литературы / References

- [1] **Махутов Н.А.** Безопасность и риски: системные исследования и разработки. Новосибирск: Наука, 2017. 724 с.
Makhutov, N.A. Safety and risks: system research and development. Novosibirsk: Nauka, 2017. 724 p. (In Russ.)
- [2] **Москвичев В.В., Бычков И.В., Потапов В.П. и др.** Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью // Вестн. Рос. акад. наук. 2017. № 8. С. 696–705.
Moskvichev, V.V., Bychkov, I.V., Potapov, V.P. et al. Information system for territorial risk and safety management development // Vestn. Ross. Akad. Nauk. 2017. No. 8. P. 696–705. (In Russ.)
- [3] **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.
Makhutov, N.A., Kuzyk, B.N., Abrosimov, N.V. Scientific foundations for forecasting and expected indicators of social-economic and scientific-technological development of Russia till 2030 using the criteria of strategic risks. Moscow: INES, 2011. 137 p. (In Russ.)
- [4] **Онищенко Г.Г., Зайцев Н.В.** Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития. М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. 738 с.
Onischenko, G.G., Zaitsev, N.V. Analysis of the health risk in the strategy of state social and economic development. Moscow; Perm: Izd-vo Perm. Nats. Issled. Polytechn. Univ., 2014. 738 p. (In Russ.)
- [5] **Левкевич В.Е., Лепихин А.М., Москвичев В.В.** Безопасность и риски устойчивого развития территорий. Красноярск: СФУ, 2014. 222 с.
Levkevich, V.E., Lepikhin, A.M., Moskvichev, V.V. Safety and risks of sustainable development of territories. Krasnoyarsk: SFU, 2014. 222 p. (In Russ.)
- [6] МР 2-4-71-40. По порядку разработки, проверки, оценки и корректировки электронных паспортов территорий (объектов): Метод. рекомендации (утв. Министерством РФ по ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий 15.07.2016).
MR 2-4-71-40. In the order of development, verification, assessment and correction of electronic passports of territories (facilities): Method. recommendations (approved by the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergency Situations and Elimination of Consequences of Natural Disasters 15.07.2016). (In Russ.)

- [7] О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2003 году: Гос. доклад. Красноярск: Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Красноярскому краю, 2004. 218 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2003: State report. Krasnoyarsk: Glavnoe upravlenie prirodnyh resursov i ohrany okruzhayushchej sredy MPR Rossii po Krasnoyarskomu kraju, 2004. 218 p. (In Russ.)
- [8] О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2004 году: Гос. доклад. Красноярск: Управление природных ресурсов администрации Красноярского края; Енисейское межрегиональное управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора; Управление Росприроднадзора по Красноярскому краю, 2005. 234 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2004: State report. Krasnoyarsk: Upravlenie prirodnyh resursov administracii Krasnoyarskogo kraja; Enisejskoe mezhhregional'noe upravlenie po tekhnologicheskomu i ehkologicheskomu nadzoru Rostekhnadzora; Upravlenie Rosprirodnadzora po Krasnoyarskomu kraju, 2005. 234 p. (In Russ.)
- [9] О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2005 году: Гос. доклад. Красноярск: Департамент природных ресурсов и лесного комплекса администрации Красноярского края; Енисейское межрегиональное территориальное управление технологического и экологического надзора Ростехнадзора; Управление Росприроднадзора по Красноярскому краю, 2007. 275 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2005: State report. Krasnoyarsk: Departament prirodnyh resursov i lesnogo kompleksa administracii Krasnoyarskogo kraja; Enisejskoe mezhhregional'noe territorial'noe upravlenie tekhnologicheskogo i ehkologicheskogo nadzora Rostekhnadzora; Upravlenie Rosprirodnadzora po Krasnoyarskomu kraju, 2007. 275 p. (In Russ.)
- [10] О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2006 году: Гос. доклад. Красноярск: Департамент природных ресурсов и лесного комплекса администрации Красноярского края; Енисейское межрегиональное территориальное управление технологического и экологического надзора Ростехнадзора; Управление Росприроднадзора по Красноярскому краю, 2007. 232 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2006: State report. Krasnoyarsk: Departament prirodnyh resursov i lesnogo kompleksa administracii Krasnoyarskogo kraja; Enisejskoe mezhhregional'noe territorial'noe upravlenie tekhnologicheskogo i ehkologicheskogo nadzora Rostekhnadzora; Upravlenie Rosprirodnadzora po Krasnoyarskomu kraju, 2007. 232 p. (In Russ.)
- [11] О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2007 год: Гос. доклад. Красноярск: Министерство природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края; Енисейское межрегиональное территориальное управление технологического и экологического надзора Ростехнадзора; Управление Росприроднадзора по Красноярскому краю, 2008. 266 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2007: State report. Krasnoyarsk: Ministerstvo prirodnyh resursov i lesnogo kompleksa Krasnoyarskogo kraja; Enisejskoe mezhhregional'noe territorial'noe upravlenie tekhnologicheskogo i ehkologicheskogo nadzora Rostekhnadzora; Upravlenie Rosprirodnadzora po Krasnoyarskomu kraju, 2008. 266 p. (In Russ.)
- [12] О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2008 год: Гос. доклад. Красноярск: Управление природных ресурсов администрации Красноярского края; Енисейское межрегиональное управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора; Управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Красноярскому краю, 2009. 226 с.

- On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2008: State report. Krasnoyarsk: Министерство природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края; Енисейское управление Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору; Управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Красноярскому краю, 2009. 226 p. (In Russ.)
- [13] О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2009 год: Гос. доклад. Красноярск: Министерство природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края; Енисейское управление Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору; Управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Красноярскому краю, 2010. 237 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2009: State report. Krasnoyarsk: Ministerstvo prirodnyh resursov i lesnogo kompleksa Krasnoyarskogo kraja; Enisejskoe upravlenie Federal'noj sluzhby po ehkologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru; Upravlenie Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere prirodnopol'zovaniya po Krasnoyarskomu kraju, 2010. 237 p. (In Russ.)
- [14] О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2010 год: Гос. доклад. Красноярск: Министерство природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края, 2011. 280 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2010: State report. Krasnoyarsk: Ministerstvo prirodnyh resursov i lesnogo kompleksa Krasnoyarskogo kraja, 2011. 280 p. (In Russ.)
- [15] О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2011 год: Гос. доклад. Красноярск: Министерство природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края, 2012. 320 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2011: State report. Krasnoyarsk: Ministerstvo prirodnyh resursov i lesnogo kompleksa Krasnoyarskogo kraja, 2012. 320 p. (In Russ.)
- [16] О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2012 год: Гос. доклад. Красноярск: Мин-во природных ресурсов и экологии Красноярского края, 2013. 314 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2012: State report. Krasnoyarsk: Ministerstvo prirodnyh resursov i ehkologii Krasnoyarskogo kraja, 2013. 314 p. (In Russ.)
- [17] О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2013 году: Гос. доклад. Красноярск: Мин-во природных ресурсов и экологии Красноярского края, 2014. 282 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2013: State report. Krasnoyarsk: Ministerstvo prirodnyh resursov i ehkologii Krasnoyarskogo kraja, 2014. 282 p. (In Russ.)
- [18] О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году: Гос. доклад. Красноярск: Мин-во природных ресурсов и экологии Красноярского края, 2015. 294 с.
On the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2014: State report. Krasnoyarsk: Ministerstvo prirodnyh resursov i ehkologii Krasnoyarskogo kraja, 2015. 294 p. (In Russ.)
- [19] Управление рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий (пособие для руководителей организаций) / Под общей ред. М.И. Фалеева. РНОАР. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. 270 с.
Managing the risks of human-made disasters and natural disasters (manual for heads of organizations) / Under the general ed. of M.I. Faleeva. RNEA. Moscow: FGBU VNII GOChS (FC), 2016. 270 p. (In Russ.)

- [20] ГОСТ Р 22.10.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций. (Утв. приказом Росстандарта от 29.06.2016 № 724-ст). 11 с.
GOST R 22.10.02-2016. Safety in emergency situations. Emergency risk management. Admissible risk of emergencies. (Approved by the order of Rosstandart from 29.06.2016 No. 724-st). 11 p. (In Russ.)
- [21] МР 2.1.4.0032-11. 2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: Метод. рекомендации (утв. Главным гос. санитарным врачом РФ 31.07.2011). 18 с.
MR 2.1.4.0032-11. 2.1.4. Drinking water and water supply of populated areas. Integral assessment of drinking water in centralized water supply systems in terms of chemical harmless indicators: Methodological recommendations (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the RF on July 31, 2011). (In Russ.)
- [22] Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Руководство (утв. Главным гос. санитарным врачом РФ 05.03.2004). 170 с.
R 2.1.10.1920-04. Guidelines for assessing the health risks for the public when exposed to environmental pollutants: Guidelines (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the RF on 05.03.2004). 170 p. (In Russ.)
- [23] О состоянии защиты населения и территорий РФ от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2011 году: Гос. доклад. М.: Министерство РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2012. 315 с.
On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and human-made emergency situations in 2011: State report. Moscow: Ministerstvo Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvyčajnym situacijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij, 2012. 315 p. (In Russ.)
- [24] О состоянии защиты населения и территорий РФ от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2012 году: Гос. доклад. М.: Министерство РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2013. 205 с.
On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and human-made emergency situations in 2012: State report. Moscow: Ministerstvo Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvyčajnym situacijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij, 2013. 205 p. (In Russ.)
- [25] О состоянии защиты населения и территорий РФ от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2013 году: Гос. доклад. М.: Министерство РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2014. 344 с.
On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and human-made emergency situations in 2013: State report. Moscow: Ministerstvo Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvyčajnym situacijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij, 2014. 344 p. (In Russ.)
- [26] О состоянии защиты населения и территорий РФ от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2014 году: Гос. доклад. М.: Министерство РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2015. 350 с.
On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and human-made emergency situations in 2014: State report. Moscow: Ministerstvo Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvyčajnym situacijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij, 2015. 350 p. (In Russ.)

- [27] О состоянии защиты населения и территорий РФ от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2015 году: Гос. доклад. М.: Министерство РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2016. 390 с.
On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and human-made emergency situations in 2015: State report. Moscow: Ministerstvo Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvychajnym situacijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij, 2016. 390 p. (In Russ.)
- [28] **Шокин Ю.И., Москвичев В.В.** Антропогенные и природные риски на территории Сибири // Вестн. Рос. акад. наук. 2012. № 2. С. 131–140.
Shokin, Yu.I., Moskvichev, V.V. Anthropogenic and natural risks in the territory of Siberia // Vestn. Ross. Akad. Nauk. 2012. No. 2. P. 131–140. (In Russ.)
- [29] **Шокин Ю.И., Москвичев В.В., Ничепорчук В.В.** Методика оценки антропогенных рисков территорий и построения картограмм рисков с использованием геоинформационных систем // Вычисл. технологии. 2010. Т. 15, № 1. С. 120–131.
Shokin, Yu.I., Moskvichev, V.V., Nicheporchuk, V.V. Technique for estimation of anthropogenous risks for territories and construction of risks cartograms using geoinformation systems // Comput. Technologies. 2010. Vol. 15, No. 1. P. 120–131. (In Russ.)

*Поступила в редакцию 16 марта 2018 г.,
с доработки — 29 марта 2018 г.*

Basic regional risks of territorial development for Siberian federal district

MOSKVICHEV, VLADIMIR V.^{1,2}, TASEIKO, OLGA V.^{1,3}, IVANOVA, ULYANA S.^{1,2},
CHERNYKH, DARIA A.^{1,3,*}

¹Institute of Computational Technologies SB RAS, Novosibirsk, 630090, Russia

²Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russia

³Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russia

*Corresponding author: Chernykh, Daria A., e-mail: dachernykh93@gmail.com

The purpose of the work is to analyze and evaluate individual strategic risks arising in the socio-natural-technogenic system of the industrial region by the example of the territories of the Siberian Federal District. We present a comparative assessment of actual and regulatory risk levels, taking into account the specific features of regional development of the territories. Partly this project is aimed to carry out comparative assessment of the actual and normative risk levels taking into account regional features of territory's development.

Risk assessment methods are based on normative documents of the Russian Federation. The individual risks of deaths caused by technogenic emergency (the realized risks) were calculating with using МР 2-4-71-40 for some regions of Siberian Federal District. The cancerogenic and non-cancerogenic inhalation risks for population health are counted by according to methodology Р 2.1.10.1920-04. The general methodology of territorial risks assessment includes techniques and models of anthropogenic risks assessment, creating of crisis databases, algorithms of mapping with using GIS-technologies.

Results. The assessment of inhalation risks was carried out for the cities of Krasnoyarsk region using the data of the state environmental monitoring network during from 2003 to 2014. The individual risks of death caused by technogenic emergency were calculated according to the data of EMERCOM for Krasnoyarsk, Omsk, Novosibirsk and Kemerovo regions during 2011–2015.

Basic individual risks for Krasnoyarsk region are determined taking into account the specialty of regional development.

Findings. Assessment of the levels of environmental and human-made risks expands the possibilities for developing economic mechanisms for regulating the safety of regions and territories, including insurance of potentially dangerous objects and people living in areas of possible damage due to emergencies, which leads to a decrease in the volume of compensation payments from local government budgets. On the other hand, reducing the risks of emergencies provides more stable functioning of the economic potential and increases the competitive (investment) advantages of the region. A comprehensive assessment of the environmental condition and safety at the level of municipalities and industrial regions should be carried out on the basis of a systemic analysis of development risks, which will improve the level of efficiency of territorial management by implementing measures to reduce the actual values of the risks of territorial development.

Keywords: basic risks of regional development, social-natural-technogenic system, individual strategic risks, normative risks.

Received 16 March 2018

Received in revised form 29 March 2018