



---

УДК 004.891.2

## ФОРМАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫМИ РИСКАМИ

### FORMAL APPARATUS FOR SOCIAL RISK FORECASTING AND MANAGEMENT

**Р.Г. Асадуллаев, В.В. Ломакин**

**R.G. Asadullaev, V.V. Lomakin**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85  
Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia*

*asadullaev@bsu.edu.ru, lomakin@bsu.edu.ru*

*Аннотация.* Статья посвящена разработке формальных средств и структурных решений для прогнозирования и управления социальными рисками. Разработанные формальные средства позволяют рассматривать процесс управления социальными рисками в условиях развития техногенных систем с точки зрения теории систем. Актуальность исследования обусловлена необходимостью прогнозирования и управления социальными рисками в условиях трансформации среды обитания человека. Проведена систематизация социальных рисков и факторов их формирования в техногенной среде. Разработана функциональная схема управления процессом развития социальных рисков с выделением семантически самостоятельных блоков и описанием информационных каналов, что позволит формировать сценарии управления социальными рисками в зависимости от факторов, оказывающих влияние на активацию социального риска. Обоснована целесообразность применения в процессе управления социальными рисками инструментария экспертных систем и систем поддержки принятия решений.

*Resume.* The article is devoted to the development of formal apparatus and structural solutions for social risks forecasting and management. The formal tools allow us to examine the process of social risk management in terms of man-made systems from the perspective of systems theory. The relevance of the study due to the need of forecasting and management of social risk in the transformation of the human environment. The systematization of social risks and their formation in the man-made environment was made. The functional diagram for the social risks process management was developed. The semantically independent blocks and the description of information channels were released. It will form the scenario of social risk management, depending on the factors that influence the activation of social risk. The expediency of using the expert systems and decision support systems tools during the process of social risk management was substantiated.

*Ключевые слова:* экспертная система, функциональная схема управления, социальные технологии, социальные риски.

*Keywords:* expert system, functional diagram of the control, social technology, social risks.

---

Задача прогнозирования и управления социальными рисками в зависимости от рассматриваемой среды обитания человека является многокритериальной и слабоструктурированной. Это проявляется как в множестве факторов, оказывающих влияние на процесс активации социального риска, так и в сложности формализации данной задачи с точки зрения построения системы. Последнее обуславливается крайне слабой степенью изучения связей между факторами, отсутствием формализованного описания процесса и других параметров, представляющих собой слабо формализованные данные, не имеющие четких связей между собой. Все это затрудняет построение адекватной модели прогнозирования и управления процессом

В связи с этим необходима систематизация информации для решения задачи прогнозирования и управления социальными рисками. На начальном этапе проведем декомпозицию существующих подходов к управлению социальными рисками с выделением семантически самостоятельных единиц и связей между ними, что в свою очередь послужит основой для моделирования процесса развития социальных рисков. При этом классифицируем социальные риски и факторы, оказывающие влияние на них. Декомпозицию проведем на основании теоретико-множественного аппарата, дающего наглядное представление о предметной области, а также удобную содержательную форму для дальнейших разработок соответствующего программного обеспечения [1]. На основании декомпозиции возможна разработка инструментальных средств (экспертные системы, системы поддержки принятия решений), позволяющих формировать рациональные решения в процессе управления социальными рисками.



Рассмотрим процесс прогнозирования и управления социальными рисками в общем виде на примере техногенной среды обитания человека [2]. В данном процессе можно выделить следующие категории объектов:

- социальные риски, представляющие собой объект управления и прогнозирования;
- факторы, оказывающие непосредственное влияние на ход развития социальных рисков;
- параметры, являющиеся активаторами факторов;
- сценарии управления социальными рисками.

Социальные риски, которые могут возникнуть в регионе в зависимости от сложившейся ситуации, представлены множеством СРР.

$$СРР = \{cpr_i\}, \quad i = \overline{1, k}$$

В данном исследовании выделены следующие категории социальных рисков ( $k = 4$ ): снижение качества жизни, рост социальной напряженности, рост вынужденной миграции, рост социальной неопределенности в регионе. Количество элементов множества СРР может быть расширено в зависимости от специфики региона и выявления других категорий при дальнейших исследованиях. Следовательно, инструментальное средство, обеспечивающее поддержку процесса прогнозирования и управления социальными рисками должно иметь возможность расширения и гибкий механизм настройки на особенности регионов и сред обитания человека.

На каждый социальный риск оказывает влияние в определенной степени фактор, представляющий собой чрезвычайную техногенную ситуацию (множество ЧТС). Число факторов также может быть расширено с целью более детального учета специфики регионов.

$$ЧТС = \{чтс_i\}, \quad i = \overline{1, p}$$

Выделены наиболее вероятные чрезвычайные техногенные ситуации ( $p = 11$ ): транспортные аварии, пожары и взрывы, аварии с выбросом (угрозой выброса) опасных химических веществ, аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ, аварии с выбросом (угрозой выброса) патогенных для человека микроорганизмов, внезапное обрушение зданий, сооружений, пород, аварии на электроэнергетических системах, аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, аварии на очистных сооружениях, гидродинамические аварии.

Выявив социальные риски и факторы, оказывающие на них влияние, необходимо структурировать параметры, воздействующие на факторы. К таким параметрам относится способ распространения информации, представленный множеством РИ.

$$РИ = \{ри_i\}, \quad i = \overline{1, l}$$

Выделено 4 способа распространения информации: через средства массовой информации, в виде слухов, локально, касаясь лишь непосредственных участников событий, лишь узким кругом специалистов. Данный параметр не оказывает существенного влияния на какой-либо фактор, но вносит значительный вклад в определенные социальные риски.

Элементы множества ОЭ представляют собой отрасли экономики, которые могут входить в отраслевую структуру региона. При этом на основании экспертного опроса каждому элементу ОЭ присвоено место в отраслевой структуре и уровень техногенного риска.

$$ОЭ = \{оэ_i\}, \quad i = \overline{1, f}$$

К элементам множества ОЭ относятся такие отрасли, как электроэнергетика, нефтедобывающая промышленность, нефтеперерабатывающая промышленность, газовая промышленность, угольная промышленность, черная металлургия, цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение и металлообработка, электроника, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, строительство, промышленность строительных материалов, легкая и пищевая промышленность, сельское хозяйство, рыболовство, железнодорожный транспорт, городской транспорт, автомобильный транспорт, магистральный трубопроводной транспорт, морской транспорт, внутренний водный транспорт, авиационный транспорт.

Выделим факторы, оказывающие влияние на возникновение чрезвычайной ситуации (множество Ф). При этом каждому элементу из множества Ф присваивается экспертом степень влияния на возможность (вероятность) возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций в регионе.

$$Ф = \{ф_i\}, \quad i = \overline{1, d}$$

В число элементов множества Ф входят изменение со временем свойств объектов техносферы (старение, изношенность), появление новых, неизученных на момент внедрения, свойств объектов техносферы, недостаток информации о состоянии техносферы, человеческий фактор (ошибки в проектировании и в эксплуатации техники, нарушение технологий и техники



безопасности), недостаточное внимание собственника к обеспечению безопасности объектов техносферы, особенности региональной структуры экономики, состояние правовой и законодательной базы по техногенной безопасности, природные факторы, недостатки в управлении.

Эффективность принимаемых мер по снижению техногенных рисков (множество ЭМСТР), также оказывает значительное влияние на факторы, являющиеся инициаторами социального риска.

$$\text{ЭМСТР} = \{\text{эмстр}_i\}, \quad i = \overline{1, s}$$

Выделены следующие элементы множества ЭМСТР: принятие новых законов, повышающих должностную ответственность за производственные нарушения; совершенствование правоприменительной практики в рамках существующего законодательства; усиление экономических санкций к предприятиям и их руководителям; усиление экономических санкций к непосредственным исполнителям; ужесточение административных санкций; усиление мер контроля на стадии проектирования; усиление мер контроля на всех стадиях производственного процесса; совершенствование методов управления рисками; укрепление кадрами служб технической безопасности и охраны труда; воспитание ответственного, добросовестного отношения к работе у персонала; внедрение рыночных механизмов; укрепление корпоративной солидарности, повышение коллективной ответственности; информирование населения об уровне техногенных рисков.

К параметрам, оказывающим влияние на факторы, относится и приемлемость существующего в регионе уровня техногенного риска (множество УТР) в зависимости от соотношения между допустимым уровнем техногенной безопасности и экономическими возможностями его достижения.

$$\text{УТР} = \{\text{утр}_i\}, \quad i = \overline{1, h}$$

В множестве УТР выделены следующие элементы: полностью приемлемый; скорее приемлемый, чем не приемлемый; скорее не приемлемый, чем приемлемый; полностью не приемлемый.

В результате классифицированы при помощи теоретико-множественного аппарата социальные риски, факторы, оказывающие влияние на социальные риски и параметры воздействия на факторы. При этом мощность каждого множества может быть расширена в зависимости от специфики рассматриваемого региона и определенной среды обитания человека.

Таким образом, задача системы по управлению социальными рисками сводится к решению, представленному следующей последовательностью действий:

1. Выявление параметров, оказывающих существенное влияние на возникновение чрезвычайной техногенной ситуации (фактора), представленной в функциональной зависимости от элементов следующих множеств РИ, ОЭ, Ф, ЭМСТР, УТР.

2. Определение доминантного фактора (чрезвычайной техногенной ситуации) в регионе. Возможна более укрупненная детализация множества ЧТС, то есть некоторые элементы возможно объединить в категории, например, в связи с тем, что имеются регионы с большим набором подобных ситуаций.

3. Прогнозирование социального риска СРР в зависимости от выявленного элемента из множества ЧТС с учетом набора параметров, формирующих его.

4. В зависимости от прогноза, формирование управляющего сценария, представляющего собой комплекс мероприятий по ликвидации социального риска, либо минимизации его последствий.

С целью определения семантически самостоятельных единиц и взаимосвязей между ними, а также для построения эффективных адаптивных сценариев развития и управления социальными рисками, необходимо рассмотреть данный процесс на функциональном уровне. На рисунке 1 представлена функциональная схема процесса управления развитием социального риска [3].

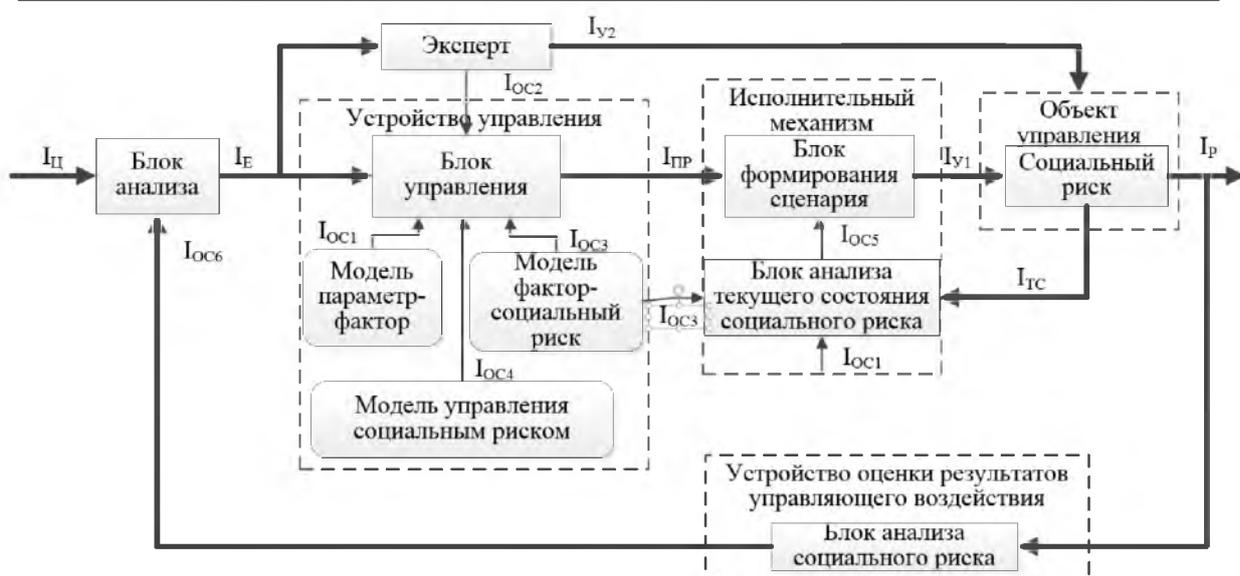


Рис. 1. Функциональная схема процесса управления социальными рисками  
Fig. 1. Functional diagram of the process of social risks management

В качестве объекта управления (ОУ) выступают социальные риски. Устройство управления (УУ) представляет собой совокупность функциональных блоков и формирует управляющее воздействие на исполнительный механизм (ИМ), который на основании полученной информации и результатов блока анализа текущего состояния социального риска формирует сценарий управления. Параллельно с каналом управления УУ проходит канал управления, в котором управляющие воздействия формирует эксперт.

Для обозначения протекающих информационных потоков, на функциональной схеме (рисунком 1) введены следующие обозначения информационных сигналов:

- $I_{ц}$  – цель управления социальным риском, задает приемлемый индивидуальный уровень каждому социальному риску.
- $I_{е}$  – ошибка рассогласования (отклонение цели управления от текущего уровня развития социального риска).
- $I_{пр}$  – информация принятия решения (представляет собой управляющий сигнал для формирования сценария). Формируется блоком управления на основании данных, полученных от модели параметр-фактор, модели фактор-социальный риск и модели управления социальным риском.
- $I_{у1}$  – управляющая информация (формируется ИМ и представляет собой вариант сценария управления социальным риском). Блок формирования сценария на основании  $I_{пр}$  и блока анализа текущего состояния социального риска генерирует оптимальный сценарий управления социальным риском. При этом необходимо использование базы знаний.
- $I_{р}$  – развитие социального риска с учетом сформированного сценария.
- $I_{тс}$  – текущее состояние, определяемое уровнем социального риска.
- $I_{у2}$  – управляющая информация, формируемая экспертом. Эксперт может в ручном режиме сформировать сценарий, либо скорректировать сценарий, сформированной системой.
- $I_{ос1}$  – сведения, полученные от модели параметр-фактор.
- $I_{ос2}$  – сведения о процессе управления ОУ, формируемые экспертом.
- $I_{ос3}$  – осведомляющая информация, полученная от модели фактор-социальный риск.
- $I_{ос4}$  – осведомляющая информация (сведения, полученные от модели управления социальным риском).
- $I_{ос5}$  – осведомляющая информация (сведения, полученные от блока анализа текущего состояния социального риска).
- $I_{ос6}$  – осведомляющая информация (результаты оценки уровня социального риска с учетом применения к ОУ сформированного сценария).

Обратная связь обеспечивается устройством оценки результатов управляющего воздействия, которое оценивает степень изменения уровня социального риска. Модель параметр-фактор описывает зависимости между факторами и параметрами, формирующими их. Модель фактор-социальный риск формирует зависимость между социальными рисками и факторами, являющимися их инициаторами. Применение этих двух моделей позволит не только отслеживать



факторы, оказывающие влияние на развитие социального риска, но и выявлять причины их формирования. Это позволит формировать сценарии с учетом первопричин возникновения социального риска.

Из функциональной схемы видно, что применение в процессе управления социальными рисками подходов классической теории автоматического управления невозможно. Это обусловлено большой инерционностью протекающих процессов и изменениями внутри них.

Для управления социальными рисками оправданным является применение экспертных систем и систем поддержки принятия решений [4]. Применение экспертной системы, основанной на знаниях эксперта и содержащей правила логического вывода, позволит формировать рациональные сценарии для принятия управленческого решения при возникновении социального риска в зависимости от факторов инициаторов. Для прогнозирования и управления социальными рисками экспертная система является рациональным решением, что обусловлено следующими показателями:

1. Отсутствие четко определенных закономерностей и корреляций в области прогнозирования и управления социальными рисками.

2. Имеются эксперты, способные определенным способом формализовать свои знания и опыт, перевод которых в формат экспертной системы позволит принимать рациональные управленческие решения.

3. Построение адекватной математической модели затруднительно, так как имеются параметры, оказывающие влияние на управляемый процесс, оценка которых производится качественно, а не количественно.

При моделировании процесса управления социальными рисками необходим прогноз в зависимости от активности факторов. Если в процессе управления социальными рисками мы можем ориентироваться на экспертные данные, то для построения средства прогнозирования необходимы динамические наблюдения. Для получения динамических данных необходимо неоднократное проведение анкетирования экспертов с определенным временным шагом, что позволит оценить зависимости между параметрами во времени, тем самым подобная статистика позволит построить модель прогнозирования. Для реализации системы управления социальными рисками необходимо построение корреляционных зависимостей или алгоритмов, определяющих степень зависимости между элементами полученных множеств. Механизм разработки подобной системы предполагает использование подходов, основанных на инструментарии метода анализа иерархий, нечеткой логики или нейронных сетей.

Таким образом, проведена декомпозиция процесса прогнозирования и управления социальными рисками. В процессе декомпозиции определены семантически самостоятельные множества элементов, оказывающих непосредственное влияние на возникновение и развитие социальных рисков. Определены основные социальные риски, возникающие в техногенной среде. Разработана функциональная схема управления развитием социальных рисков, на основании которой определены основные элементы, входящие в контур управления. Обоснована целесообразность и возможность использования в контуре управления экспертных знаний, что связано с высокой степенью инерционности процесса прогнозирования.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект №14-38-00047 «Прогнозирование и управление социальными рисками развития техногенных человекомерных систем в динамике процессов трансформации среды обитания человека» при участии НИУ «БелГУ», ИСПИ РАН, ЮЗГУ.*

#### Список литературы References

1. Ломакин, В.В. Организация интеллектуального управления индивидуальными образовательными траекториями / В.В. Ломакин, Р.Г. Асадуллаев // Научные ведомости БелГУ. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. - 2013. - №22(165) вып. 28/1. - С. 167–174.

Lomakin, V.V. Organizatsiya intellektual'nogo upravleniya individual'nymi obrazovatel'nymi traektorijami / V.V. Lomakin, R.G. Asadullaev // Nauchnye vedomosti BelGU. Serija Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. - 2013. - №22(165) vup. 28/1. - S. 167–174.

2. Землянова, М.А. Техногенная среда обитания человека [Текст] / М.А. Землянова, О.Ю. Устинова, Р.Р. Махмудов, И.А. Пермьяков, Ю.В. Кольдибекова // учебное пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2013. – 126 с.

Zemljanova, M.A. Tehnogennaja sreda obitanija cheloveka [Tekst] / M.A. Zemljanova, O.Ju. Ustinova, R.R. Mahmudov, I.A. Permjakov, Ju.V. Kol'dibekova // uchebnoe posobie. Perm. gos. nac. issled. un-t. – Perm', 2013. – 126 s.



3. Ломакин, В.В. Интерактивная динамическая модель обучения на основе интеллектуальной системы поддержки принятия решений и многомерных баз знаний [Текст] / В.В. Ломакин, С.С. Трухачев, М.А. Косоногова, Р.Г. Асадуллаев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова: научно-теоретический журнал. – Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова - 2013. - №1. – С. 177–179.

Lomakin, V.V. Interaktivnaja dinamičeskaja model' obuchenija na osnove intellektual'noj si-stemy podderzhki prinjatija reshenij i mnogomernyh baz znanij [Tekst] / V.V. Lomakin, S.S. Truhachev, M.A. Kosonogova, R.G. Asadullaev // Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova: nauchno-teoretičeskij zhurnal. – Belgo-rod: BGTU im. V.G.Shuhova - 2013. - №1. – S. 177–179.

4. Ломакин, В.В. Комплекс критериев и алгоритмическое обеспечение процесса принятия решений при создании систем управления наружным освещением [Текст] / В.В. Ломакин, М.В. Лифиренко, Р.Г. Асадуллаев // Фундаментальные исследования: научный журнал. – Москва: Российская академия естествознания - 2014. - №11(11). – С. 2370-2374.

Lomakin, V.V. Kompleks kriteriev i algoritmičeskoe obespečenie processa prinjatija reshenij pri sozdanii sistem upravlenija naruzhnym osveshheniem [Tekst] / V.V. Lomakin, M.V. Lifirenko, R.G. Asadullaev // Fundamental'nye issledovanija: nauchnyj zhurnal. – Moskva: Rossijskaja akademija estestvoznanija - 2014. - №11(11). – S. 2370-2374.