

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(**Н И У « Б е л Г У »**)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Кафедра прикладной информатики и информационных технологий

РАЗРАБОТКА ФОРМАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ

Выпускная квалификационная работа бакалавра

**очной формы обучения
направления подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика**

**4 курса группы 07001231
Тюха Анастасии Сергеевны**

Научный руководитель
доцент
Асадуллаев Р.Г.

БЕЛГОРОД 2016 год

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ.....	6
1.1 Исследование подходов оценки социальных рисков.....	6
1.2 Анализ информационно-аналитических средств оценки и управления сложными системами.....	10
2 АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПЕРВИЧНОЙ СОЦИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОЦИАЛЬНЫХ РИСКАХ.....	22
2.1 Анализ результатов Всероссийского социологического опроса.....	22
2.2. Теоретико-множественное представление результатов Всероссийского социологического опроса.....	32
3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЙРО-НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ.....	39
3.1 Обучение сети нейро-нечеткого логического вывода.....	39
3.2 Описание системы оценки риска снижения качества жизни.....	44
3.3 Оценка эффективности разработанных формально-логических средств.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	62
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	67

ВВЕДЕНИЕ

Социальные риски - это риски, которые пронизывают все общественные слои и группы, причем одни из них выступают субъектами, а другие - объектами риска¹. Данным фактом объясняется взаимная заинтересованность членов общества во влиянии на них.

Особую сложность для оценки и управления в данном случае представляет определенная группа рисков – непредвидимые – это риски, время и вероятность активного развития которых крайне затруднительно спрогнозировать, в отличие от предвидимых. Поэтому необходимость совершенствования методов и средств, решающих подобного типа задачи объясняет актуальность данного исследования.

Формализация процесса оценки социальных рисков также представляет определенную сложность на этапе установления причинно-следственных связей между множеством факторов, влияющих на возникновение социальных рисков, а также на этапе количественной оценки вероятности появления последних. Поэтому процесс управления социальными рисками является одной из самых сложных задач, при решении которой необходимо уделять большое внимание изучению множества рискогенных факторов и измерению их степени влияния на возникновение того или иного риска. Данная задача относится к так называемым многокритериальным, слабоструктурированным и плохоформализуемым задачам, так как для ее решения необходимо собрать большой объем данных из множества источников информации (путем социологического исследования или экспертного опроса), которая зачастую представлена в различных форматах, что вызывает необходимость их приведения к одному единому, а также структурирования и представления форме, которую воспринимает компьютер, причем собранная информация зачастую не дает

¹ Шарин, В.И. Социальные риски как угрозы социальному положению и защита от них [текст]/ В.И. Шарин. – Екатеринбург: Известия Уральского государственного экономического университета, 2013. – 124с.

четкого представления о связях и зависимостях между различными параметрами и элементами системы.

Объектом исследования является процесс оценки социальных рисков в техногенной сфере.

Предметом исследования являются формально-логические средства оценки социальных рисков.

Целью проекта является повышение качества результата оценки социальных рисков в техногенной сфере путем разработки и применения формально логических средств оценки социальных рисков.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать подходы оценки социальных рисков и методы, применяемые при решении плохо формализуемых задач;
- проанализировать и формализовать первичную социологическую информацию о социальных рисках;
- разработать систему логического вывода для оценки социальных рисков.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав и заключения.

Во введении раскрыта актуальность, определены объект, предмет, цель, задачи и методы исследования.

В первой главе проводится исследование существующих подходов оценки и управления социальными рисками, рассмотрены основные признаки и классификации социальных рисков, стратегии управления ими, основные стадии процесса управления данной группой рисков, а также описаны присущие риск-менеджменту способы управления социальными рисками. Также в данной главе рассматриваются подходы к построению систем поддержки принятия решений и экспертных систем, которые применяются при решении слабоструктурированных и плохо формализуемых задач, среди которых теория нечетких множеств, метод, базирующийся на нечетких сетях,

генетические алгоритмы, рассуждения на основе прецедентов, имитационное и когнитивное моделирование.

Во второй главе выпускной квалификационной работы рассматриваются результаты Всероссийского социологического опроса, положенные в основу разработки нейро-нечеткой системы оценки социальных рисков, приведены возможные связки чрезвычайных техногенных ситуаций (ЧТЗ) с рискогенными отраслями экономики, степень подверженности различных экономических сфер влиянию техногенных факторов, степень влияния рискогенных факторов на возникновение техногенных ЧС, а также рассчитаны коэффициенты корреляции между данными факторами. Во второй ее части проводится систематизация и формализация имеющейся информации с целью ее применения к построению и настройке системы.

В третьей главе описывается процесс разработки системы нейро-нечеткого логического вывода для оценки социальных рисков на примере построения и обучения сети нечеткого логического вывода для риска снижения качества жизни. Проведено составление обучающей и тестирующей выборок на основании систематизированных результатов Всероссийского социологического опроса, генерация системы, ее обучение и тестирование, в результате чего произошла автоматическая настройка параметров, при помощи которых описаны переменные.

1 ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

1.1 Исследование подходов оценки социальных рисков

Социальные риски¹ - это риски, которые пронизывают все общественные слои и группы, причем одни из них выступают субъектами, а другие - объектами риска. Ими можно управлять на основе совместного, взаимовыгодного участия и согласованности интересов участников.

Основными признаками социальных рисков являются²:

- всеобщность (определенной ситуации, способствующей ухудшению состояния или условий, подвержены все члены общества);
- неизбежность (есть такие проблемы, которые полностью избежать нельзя. Причины могут быть разными, но основная задача – сделать последствия минимальными);
- ответственность (главное проявление социальной ответственности – взаимодействие. Без качественного «сотрудничества» в борьбе с рисками и их последствиями, а также слаженности действий, минимизировать и избежать их не удастся);
- кризисогенность (существует определенная вероятность, что при бездействии по отношению к развитию социальных рисков и увеличению их в масштабах, появятся благоприятные условия для формирования политической, кризисной, социальной и других видов нестабильности).

Исследователи-социологи разделяют риски на две группы:

¹ Шарин, В.И. Социальные риски как угрозы социальному положению и защита от них [текст]/ В.И. Шарин. – Екатеринбург: Известия Уральского государственного экономического университета, 2013. – 124с.

² Зубков, В.И. Социологическая теория риска: Монография [текст]/ В.И Зубков - М.: Изд-во РУДН, 2003. – 230с.

1) Предвидимые риски. Эта группа достаточно предсказуема. Она включает всевозможные риски, которые можно увидеть, предугадать и обозначить на будущее путем изучения, проведения анализа текущей ситуации, исторических факторов, а также других показателей, которые могут быть задействованы в сфере социальности. Опыт берется как из истории отечественного общества, так и со стороны зарубежных государств.

2) Непредвидимые риски. Сложные группы социальных рисков для управления, не поддаются сравнению. На основании исторического и других видов анализа определить время и вероятность их активного развития и появления, как такового, попросту невозможно.

Социальные риски могут быть классифицированы по сферам возникновения (см. рисунок 1.1)¹.

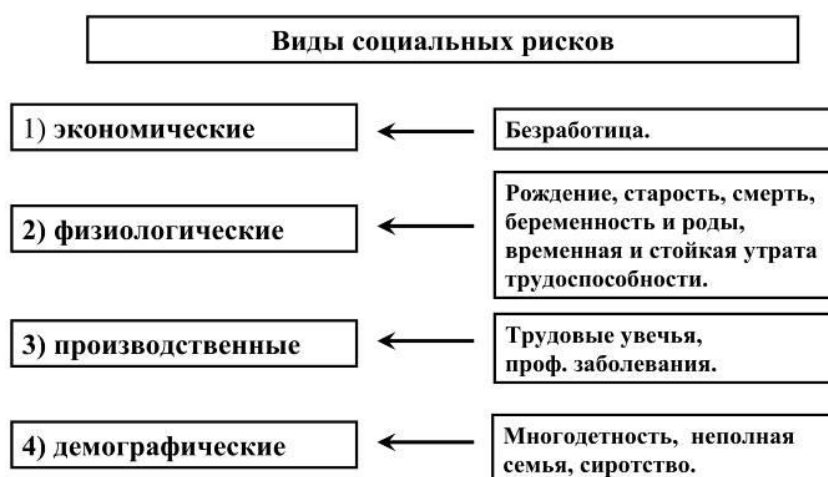


Рисунок 1.1 – Классификация социальных рисков

Причиной возникновения социальных рисков являются различного рода социальные опасности², связанные с низким уровнем жизни, социальной защищенности, здравоохранения, социально эпидемиологическим неблагополучием и т.д.

¹ Мачульская, Е.Е. Право социального обеспечения: учебник [текст]/ Е.Е. Мачульская. - М.: Юрайт, 2010, 582 с.

² Вишняков, Я. Д. Общая теория рисков: учебное пособие для студентов высших учебных заведений [текст]/ Я. Д. Вишняков, Н. Н. Радеев. 2-е издание– М.: Издательский центр «Академия», 2008, 368с.

Опасности социального характера — это неблагоприятные процессы и явления, возникающие между людьми в обществе, и представляющие угрозу для жизни и здоровья людей, их имущества, прав и законных интересов. Главными предпосылками появления социальных опасностей является несовершенство человеческой природы, а также социально-экономические процессы, протекающие в обществе на данном историческом этапе развития.

Уровни социальных опасностей устанавливаются на основании статистических данных или результатов социологических опросов. Процесс социологического исследования включает этапы определения объекта, предмета, целей и гипотезы исследования, выбор исследуемой проблемы, обзор литературы по выбранной теме, выбор программы исследования (эксперименты, опросы общественного мнения, наблюдение за поведением людей и другие), сбор социологических данных в соответствии с программой исследования и определенными правилами, анализ собранной информации, в ходе которого происходит поиск значимых связей между факторами, ее интерпретация и оценка. После анализа данных исследователи делают выводы о подтверждении или опровержении гипотезы, а также формируют аналитическую записку с рекомендациями.

Процесс управления социальными рисками является сложной и многоуровневой процедурой и может включать ряд следующих этапов¹:

1. Идентификация рисков. Построение наиболее полного списка социальных рисков, выделение их параметров и свойств.
2. Категоризация рисков.
3. Планирование мониторинга, предотвращения и реагирования на риски.
4. Этап мониторинга, предотвращения и реагирования на риски. В ходе данного процесса происходит периодический возврат к предыдущим

¹ Информационные поддержки принятия решений при оценке социальных рисков развития техногенных систем: монография [текст]/Под науч. ред. проф. Ю.А. Зубок, проф. И.С. Шаповаловой, проф. В.В. Ломакина – Белгород: ООО «Эпицентр», 2016. – 116 с.

стадиям, так как необходимо быстрое реагирование на различные изменяющиеся условия.

5. Анализ эффективности принятых мер управления рисками.

6. Обновление базы известных рисков. Внесение новой информации и знаний в базу знаний.

Для оценки величины социальных рисков обычно проводят их вероятностную или качественную оценку, которая в свою очередь включает три задачи: идентификация риска, оценка риска и степени его приемлемости. Эксперты идентифицируют риск, исходя из того, какой вред может быть нанесен обществу при определенной совокупности факторов в окружающей среде и в техногенной сфере. Собирая данные на стадии оценки риска используются точные методы измерения значений различных рискогенных факторов. На основании собранных данных эксперты строят кривую допустимого уровня риска, однако данные кривые достаточно спорны, так как зачастую при их построении применяются методы интерполяции и экстраполяции, что указывает на неполноту данных. Чтобы определять приемлемость риска, эксперты используют экономические (анализ риска–стоимости–выгоды), психометрические методы (например, сравнение декларированных и проявленных предпочтений) и этические исследования (как определение параметров риска на основе правил Роулза).

Таким образом, социальные риски – это такие явления и события в обществе, возникновение которых ведет к потере определенных благ, как моральных, так и материальных для большинства участников социальной группы, что и объясняет их общую заинтересованность в управлении социальными рисками. Среди основных признаков социальных рисков выделяют всеобщность, неизбежность, ответственность и кризисогенность.

Специалисты выделяют две группы рисков: прогнозируемые (риски, которые можно предугадать, анализируя текущую ситуацию и их показатели) и непрогнозируемые (вероятность их появления и развития определить крайне сложно). Так как социальные риски, рассматриваемые в данной выпускной

квалификационной работе, относятся к непрогнозируемым, к ним следует применять соответствующие методы оценки – в основном это экспертные оценки. Социологическое исследование предполагает сбор большого количества исходной информации в соответствии с выбранной стратегией исследования, в связи с чем разумно использовать автоматизированные методы ее обработки и анализа.

1.2 Анализ информационно-аналитических средств оценки и управления сложными системами

Современные информационные технологии оказывают большое влияние на все сферы человеческой деятельности и жизни общества в целом, включая социальную, в связи с чем применение ИТ для оценки социальных рисков является закономерным результатом их развития. На сегодняшний день одними из самых популярных направлений в области информационных технологий являются системы поддержки принятия решений (СППР). СППР являются одним их наиболее эффективных инструментов в руках человека при решении различного рода сложных задач, так как, функцию интеллектуального анализа выполняет исследователь или лицо, принимающее решение (ЛПР), а численные значения вычисляет компьютер, после чего выдает результаты человеку.

Искусственный интеллект (ИИ) пока во многом уступает человеку при решении творческих задач, следовательно, системы поддержки принятия решений с элементами ИИ могут выступать только в качестве помощника, сужая количество возможных вариантов решений либо предлагая какой-то конкретный в качестве наилучшего. Тем не менее исследования в данной области ведутся очень активно и требуют тщательного изучения процессов мышления, а также их алгоритмического описания.

Как упоминалось ранее, задача оценки социальных рисков является многокритериальной и слабоструктурированной, в связи с чем использование

СППР при их решении крайне актуально. Современная система поддержки принятия решений (СППР) – это компьютерная автоматизированная система, адаптированная для решения различных управленческих задач, используемая лицом, принимающим решение (ЛПР) в качестве одного из инструментов.

Если рассматривать СППР среди информационных систем (см. рисунок 1.2) исходя из процессов принятия решений, выделяют три типа: информационная (имеют доступ к временным данным, как внутренним, так и к внешним), модельная (имеет доступ и способна проводить различные манипуляции с математическими моделями) и экспертная (предоставляют специализированные решения проблем, основанные на фактах и правилах). Все типы поддержки решений, реализованные в СППР, созданы для упрощения решения слабо структурированных и неструктурированных задач.



Рисунок 1.2 – Место системы поддержки принятия решений среди информационных систем

Рассматривая процессы поддержки принятия решений при помощи информационных систем, можно сделать вывод о том, что информационная поддержка опирается на Информационные системы управления (ИСУ), а также на Системы автоматизации офиса (САО). Модельная поддержка

форме, понимаемой компьютером. Кроме того, существует ряд факторов, оказывающих влияние на процессы сбора знаний при работе с экспертом. В их число входят подразумеваемые или, как их еще называют, «молчаливые» знания, свойственная для экспертов особенная форма организация знаний, отличная от человека, для которого эта область нова, высокая скорость решения узкоспециализированных задач экспертом и другие.

Процессы преобразования знаний от представлений эксперта к форме представления, понятной компьютеру рассматриваются как проблема преобразования информации путем переноса с одного материального носителя на другой. В этом случае концептуальный анализ знаний как раз и обеспечивает трансформацию представлений эксперта, его понимание предметной области и логику рассуждений при решении специализированных профессиональных задач в некие формализованные структуры.

Таким образом, процесс сбора знаний является самым сложным этапом в области инженерии знаний, так как человек, его осуществляющий, не обладает достаточно глубоким представлением предметной области, а эксперт в большинстве случаев не может представить свои знания в виде, предназначенном для обработки компьютером. В связи с этим перед инженером ставится сложная задача – оказать помощь эксперту-профессионалу в структурировании имеющихся знаний об исследуемой области.

Для решения слабо структурированной многокритериальной задачи, в которой имеются как количественные, так и качественные характеристики, эффективно будет использовать соответствующие методы принятия решений, так называемые методы многокритериального анализа. Одним из них является метод принятия решений, основанный на нечеткой логике. Теория нечетких множеств и нечеткая логика являются обобщением классической теории множеств и формальной логики. Основной причиной появления данного направления стало наличие приближенных рассуждений при описании

различных предметов, процессов и систем в различных сферах человеческой жизни.

Системы нечеткого логического вывода реализуют следующие этапы нечеткого вывода:

1. Фаззификация входных параметров.
2. Агрегирование или определение степени истинности всех подзаключений в правилах систем нечеткого логического вывода.
3. Активизация предусловий в нечетких правилах продукций.
4. Дефаззификация.

Использование теории нечетких множеств и нечеткой логики как метода построения СППР или экспертной системы несет ряд преимуществ:

- позволяет использовать в ходе анализа качественные переменные;
- позволяет использовать нечеткие входные данные;
- позволяет в ходе анализа вводить лингвистические переменные;
- дает возможность моделировать сложные динамические системы достаточно быстро;
- позволяет обходить некоторые недостатки существующих методов оценки рисков.

Недостатками применения теории нечетких множеств являются субъективный подход при определении функций принадлежности и формировании базы правил нечеткого логического вывода, а также недостаточная информированность о данном методе, следствием чего является достаточно редкое применение различными организациями.

Еще одним распространенным методом при построении системы для поддержки решений является метод, базирующийся на нейронных сетях, которые представляют собой упрощенную модель биологической нервной системы. Основные шаги применения нейронных сетей: сбор данных для обучения, подготовка и нормализация данных, выбор топологии сети, экспериментальный подбор характеристик сети, экспериментальный подбор параметров обучения, обучение, проверка адекватности обучения,

корректировка параметров, окончательное обучение и вербализация сети с целью дальнейшего использования. Применение метода, основанного на нейронных сетях, имеет ряд преимуществ:

- использование универсальных быстрых алгоритмов обучения, т.е. даже при большом количестве входных и выходных сигналов нейронную сеть возможно обучить практически на любом компьютере;
- возможность работать даже когда имеются неинформативные входные сигналы – исследователь не тратит время на их отсев так как нейронная сеть сама их отбрасывает в случае их малоприспособности;
- работа с информацией разного типа – количественной и качественной, непрерывнозначной и дискретнозначной;
- возможность решения нескольких задач на одном наборе входных переменных, т.е. иметь несколько выходных переменных;
- при наличии определенных экспертных знаний или в случае, когда необходимы специфические настройки сети, имеется возможность настройки топологии сети, свойств нейронов и их весов вручную.

Несмотря на достоинства использования нейросетевых технологий все же существуют некоторые ограничения для их широкого применения:

- так как нейронная сеть имеет возможность работать с нечеткими переменными, они неприменимы для решения задач, требующих высокой точности найденных значений;
- давая решение задачи за очень короткий промежуток времени, нейросеть, в отличие от системы нечеткого логического вывода, не способна дать обоснования для принятого решения;
- возможности использования нейронных сетей ограничиваются еще и вследствие большого объема сложных вычислительных процессов в ходе их обучения, а также большим объемом занимаемой памяти;
- длительный и сложный подготовительный этап;

– готовая нейронная сеть не является универсальной, другими словами, она может применяться для решения только той задачи, под которую ее настроили изначально.

При построении информационных систем, осуществляющих поддержку принятия решений, помимо указанных могут быть использованы масса других подходов как например генетические алгоритмы, рассуждения на основе прецедентов, имитационное и когнитивное моделирование.

Генетический алгоритм¹ представляет собой специфический метод оптимизации, опирающийся на концепцию естественного отбора аналогично с теорией Дарвина. Суть данного подхода заключается в рассмотрении возможных вариантов решений в качестве особей популяции, а характеристик этих решений как наборов генов в хромосомах. Согласно предположению, если отобрать предположительно лучшие решения задачи и получить из них новые, высока вероятность того, что полученные альтернативы будут лучше исходных. Данный процесс выполняется итеративно до тех пор, пока не выполняются заданные условия сходимости или пока не будет найдено лучшее решение.

К преимуществам генетических алгоритмов относят²:

- отсутствие необходимости задания информации о поведении функции;
- универсальность при решении широкого класса сложных неформализованных задач;
- простота реализации;
- возможность использования при решении задач с большим объемом неструктурированных исходных данных;

¹ Гладков, Л.А. Генетические алгоритмы [текст]/ Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. 2-е изд. испр. и доп. Под ред. В.М. Курейчика – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 320с.

² Панченко Т.В. Генетические алгоритмы [текст]/ Т.В. Панченко. Под ред. Ю.Ю. Тарасевича. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87с.

- быстрое выполнение алгоритма поиска на достаточно большом множестве значений, что существенно влияет на заполнение памяти компьютера.

Однако, как у всех методов, генетического алгоритма присутствуют недостатки:

- нет гарантии, что полученное решение является оптимальным;
- в случае, когда задача может быть решена специально-разработанным для нее методом, применение генетического алгоритма оказывается неэффективным с точки зрения скорости вычислений и точности полученных решений;

- не может применяться для решения задач на малом пространстве поиска.

Использование рассуждений на основе прецедентов в системах поддержки принятия решений и экспертных системах заключается в решении задачи путем использования или адаптации уже готового решения ранее известной проблемы, что очень похоже на процесс мышления человека. После постановки задачи обычно происходит поиск наиболее похожего прецедента из библиотеки, затем начинается адаптация решения выбранного прецедента к текущей задаче, вновь полученное решение проверяется и заносится в библиотеку прецедентов.

Преимуществами метода, основанного на прецедентах, являются:

- использование опыта, накопленного в системе без постоянного привлечения эксперта проблемной предметной области;

- сокращение времени на получение решения задачи путем использования и адаптации решения проблемы подобного рода, хранящегося в библиотеке;

- исключение повторного получения ошибочного решения;

- исключается необходимость глубокого изучения или рассмотрения какой-либо конкретной предметной области;

– для повышения эффективности решения задач возможно применение эвристик.

Среди недостатков рассуждений на основе прецедентов можно выделить:

– описание прецедентов в большинстве случаев происходит поверхностно, без использования глубоких знаний о предметной области;

– снижение производительности системы из-за большого количества прецедентов в библиотеке;

– сложным шагом считаются процессы определения критериев для индексации и сравнения прецедентов;

– сложность построения алгоритмов поиска похожих прецедентов и определения степени их подобия заданным условиям решаемой задачи;

– неспособность найти решение для задачи, для которой прецедент отсутствует либо степень их сходства меньше, чем заданное пороговое значение.

Имитационное моделирование¹ реализует модель, воспроизводящую процессы функционирования системы во времени. Другими словами, происходит имитация элементарных явлений, из которых состоит процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени.

Среди достоинств имитационного моделирования выделяют следующие:

– модель при имитационном моделировании позволяет описать имитируемый процесс с высокой точностью и достоверностью;

– имитационная модель является гибкой с точки зрения подбора и изменения структуры, алгоритмов, а также параметров системы;

¹ Каталевский, Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении [текст]/ Д.Ю. Каталевский. Издание второе переработанное и дополненное – Москва: Издательский дом ДЕЛЮ, 2015. – 496с.

– имитационная модель позволяет учитывать дискретные и непрерывные элементы, нелинейные характеристики, а также различные случайные воздействия.

Недостатками данного вида моделирования являются:

– трудоемкость создания модели, проведения экспериментов и обработки результатов моделирования;

– имитационная модель позволяет получить решение или результат, носящий частный характер, т.е. основанное на определенных структуре элементов, алгоритме поведения и параметрах системы.

Когнитивное моделирование¹ широко используют при построении систем, включающих в себя взаимосвязанные многоаспектные процессы, а также систем, для которых свойственно отсутствие полной количественной информации о функционировании процессов и изменчивость процессов во времени.

При когнитивном моделировании информация о системе отражена в виде набора понятий и связывающей их причинно-следственной сети, которую называют когнитивной картой. Она используется для отражения субъективных представлений и знаний эксперта о моделируемой системе и закономерностях, присущих ей. При построении когнитивной карты необходимо применять методы аналитической обработки, которые позволяют исследовать структуру системы и получать прогнозы ее поведения в зависимости от различных управляющих воздействий. Таким образом осуществляется процесс поиска необходимых стратегий управления системой.

Главными недостатками когнитивного моделирования являются:

– Ограниченные возможности применения.

– Получение качественных результатов моделирования, что делает невозможным численное моделирование поведения систем.

¹ Заболотский, М.А. Когнитивное моделирование – уникальный инструмент для анализа и управления сложными системами (регион, отрасль промышленности, крупное предприятие) [электронный ресурс]/ М.А. Заболотский, И.А. Полякова, А.В. Тихонин - Успехи современного естествознания. – 2005. – № 2. – С. 28-28 – режим доступа: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=7979>, свободный.

Для сравнения основных достоинств рассмотренных методов, используемых при решении слабоструктурированных и плохо формализуемых задач составлена сводная таблица 1.1.

Таблица 1.1 – Сводная таблица достоинств основных методов построения СППР и экспертных систем

Свойства	Методы решения слабоструктурированных задач				
	Нечеткая логика	Нейронные сети	Генетические алгоритмы	Рассуждения на основе прецедентов	Имитационное моделирование
Работа с информацией качественного и количественного типов	+	+		+	+
Возможность ввода лингвистических переменных	+				
Удобство при моделировании сложных динамических систем	+		+		+
Возможность работы с большим количеством исходных данных		+	+		
Гибкость настройки	+	+			+
Отсутствие необходимости задания зависимостей между переменными		+	+		
Возможность использования без привлечения эксперта предметной области		+		+	
Высокая скорость решения поставленной задачи	+	+	+	+	
Точность описания исследуемого процесса					+
Итого:	5	6	4	3	4

В ходе изучения методов построения систем для решения слабоструктурированных и многокритериальных задач были рассмотрены такие подходы, как теория нечетких множеств, метод, базирующийся на

нейронных сетях, генетические алгоритмы, рассуждения на основе прецедентов, имитационное и когнитивное моделирование. По результатам исследования приведенных методов была составлена сводная таблица их достоинств и возможностей. Исходя из вышесказанного можно сделать вывод о том, что наибольшей эффективностью при решении задач, содержащих как качественные, так и количественные характеристики, отличаются метод, основанный на нечеткой логике и метод, базирующийся на нейронных сетях. Интеграция указанных методов позволяет объединить достоинства и компенсировать недостатки каждого подхода посредством построения системы нейро-нечеткого логического вывода.

2 АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПЕРВИЧНОЙ СОЦИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОЦИАЛЬНЫХ РИСКАХ

2.1 Анализ результатов Всероссийского социологического опроса

Всероссийский экспертный опрос проводился в период с 30 апреля по 1 июня 2015 г. сотрудниками совместной научно-исследовательской лаборатории трансдисциплинарных исследований (НИУ «БелГУ», ИСПИ РАН, ЮЗГУ) методом анкетирования в десяти регионах Российской Федерации:

- 1) Амурская область.
- 2) Брянская область.
- 3) Кировская область.
- 4) Костромская область.
- 5) Нижегородская область.
- 6) Саратовская область.
- 7) Тверская область.
- 8) Республика Адыгея.
- 9) Карачаево-черкесская республика.
- 10) Краснодарский край.

Экспертами выступили специалисты организаций различных отраслей, сотрудники кафедр высших учебных заведений и исследовательских институтов соответствующих профилей, сотрудники государственных служб и представители общественных организаций. В рамках данного исследования проводилась оценка угроз возникновения и причин возникновения, а также возможностей предотвращения чрезвычайных ситуаций техногенного и природно-экологического характера, а также различных ситуаций, когда происходит нарушение информационной и социокультурной безопасности.

Исследование было проведено с целью научной разработки управленческого аспекта исследуемой проблемы.

Для описания реального состояния объекта, а также выявления в его функционировании отклонений была проведена серия массовых опросов методом интервьюирования по месту жительства респондентов. Целевой аудиторией являлось взрослое население Российской Федерации (в возрасте от 18 лет). Объем выборки составил – 3400 человек. Для отбора респондентов были рассчитаны половозрастные квоты, обеспечившие репрезентативность отдельных регионов с учетом региональных особенностей. Руководитель исследования – д.с.н., проф. Ю.А. Зубок.

Рассматривая процесс оценки и управления социальными рисками на примере техногенной сферы¹, выделяют такие категории объектов, как:

- субъекты Российской Федерации;
- социальные риски;
- рискогенные факторы;
- параметры – активаторы факторов;
- сценарии управления социальными рисками.

Техногенная сфера – часть биосферы, разрушенная и коренным образом преобразованная людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических и техногенных объектов в целях наилучшего соответствия социально-экономическим (но не экологическим) потребностям человечества. Техносфера характеризуется двумя противостоящими качествами: создает техногенные опасности и угрозы, приводящие к техногенным авариям и катастрофам; в то же время создает барьеры на путях формирования аварийных и катастрофических ситуаций, защищая человека, сами объекты и среду обитания от негативных последствий техногенных аварий и катастроф. Анализ техногенной сферы был начат с определения вероятности возникновения угроз, связанных с техногенными чрезвычайными ситуациями (ЧТЗ). Основываясь на полученных данных, был рассчитан

¹ Землянова, М.А. Техногенная среда обитания человека [текст]/ М.А. Землянова, М.А. Устинова, Р.Р. Махмудов, И.А. Пермяков, Ю.В. Кольдибекова. - Пермь. 2013. 126 с

индекс вероятности возникновения каждой из них и проведено ранжирование, результаты которого представлены в таблице 2.1.

Расчет индекса считается как разница между долями встречающихся техногенных чрезвычайных ситуаций и долями не встречающихся. При этом долям ситуаций встречающихся раз в году и чаще и никогда не встречающихся присваивается коэффициент 1, а встречающихся один раз в 2-3 года – коэффициент 0,5.

Таблица 2.1 – Ранжирование техногенных чрезвычайных ситуаций по индексу вероятности их возникновения

Чрезвычайные ситуации в техносфере	Индекс вероятности возникновения	Ранг
Транспортные аварии (катастрофы)	70,0	3
Пожары и взрывы	61,65	4
Аварии с выбросом (угрозой выброса) опасных химических веществ	-53,35	8
Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ	-90,0	10
Аварии с выбросом (угрозой выброса) патогенных для человека микроорганизмов	-77,0	9
Внезапное обрушение зданий, сооружений, пород	-5,2	5
Аварии на электроэнергетических системах	70,05	2
Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения	83,35	1
Аварии на очистных сооружениях	-12,1	6
Гидродинамические аварии	-51,8	7

На рисунке 2.1 представлена диаграмма, показывающая, каким образом сопряжены рискогенные области техносферы и техногенные чрезвычайные ситуации с высокой вероятностью возникновения. Из данной диаграммы можно сделать выводы о возможных связях следующих ЧТЗ с рискогенными отраслями экономики:

1. Авиационный транспорт – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах, аварии на очистных сооружениях.

2. Внутренний водный транспорт – транспортные аварии.

Сопряженность рискогенных областей техносферы и техногенных чрезвычайных ситуаций с высокой вероятностью возникновения

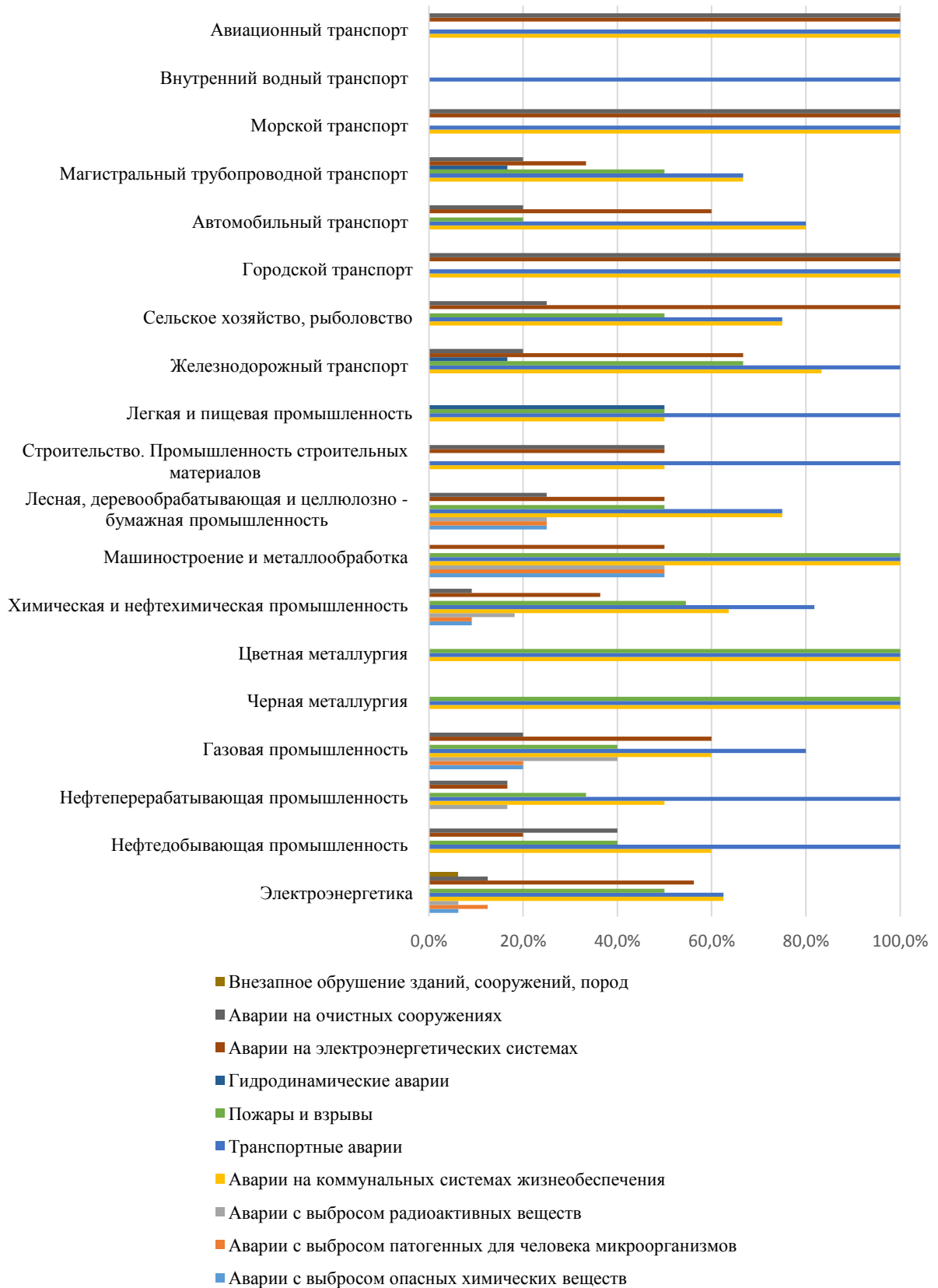


Рисунок 2.1 - Сопряженность рискогенных областей техносферы и техногенных чрезвычайных ситуаций с высокой вероятностью возникновения

3. Морской транспорт – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах, аварии на очистных сооружениях.

4. Магистральный трубопроводный транспорт – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии.

5. Автомобильный транспорт – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии.

6. Городской транспорт – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах, аварии на очистных сооружениях.

7. Сельское хозяйство, рыболовство – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах.

8. Железнодорожный транспорт – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах, пожары, взрывы.

9. Легкая и пищевая промышленность – транспортные аварии.

10. Строительство и промышленность строительных материалов – транспортные аварии.

11. Деревообрабатывающая промышленность – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии.

12. Машиностроение и металлообработка – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии, пожары и взрывы.

13. Химическая и нефтехимическая промышленность – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии.

14. Цветная металлургия – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии, пожары и взрывы.

15. Черная металлургия – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии, пожары и взрывы.

16. Газовая промышленность – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах.

17. Нефтеперерабатывающая промышленность – транспортные аварии.

18. Нефтедобывающая промышленность – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии.

19. Электроэнергетика – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах.

На рисунке 2.2 видны результаты расчетов степени подверженности различных экономических сфер влиянию техногенных факторов.



Рисунок 2.2 – Подверженность экономических сфер влиянию техногенных факторов

В результате экспертного опроса была проведена оценка влияния техногенных факторов на возникновение техногенных ЧС (см. таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Оценка влияния рискогенных факторов техногенного локуса на возникновение техногенных чрезвычайных ситуаций в среде обитания человека

Техногенные факторы риска	Оценка влияния факторов				
	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
Связанные с изменением со временем свойств объектов техносферы (старение, изношенность)	30	2	7	5,57	1,547
Связанные с появлением новых, неизученных на момент внедрения, свойств объектов техносферы	29	1	5	2,07	1,462
Связанные с недостатком информации о состоянии техносферы	30	1	7	2,60	1,653
Человеческий фактор (ошибки в проектировании и в эксплуатации техники, нарушение технологий и техники безопасности)	30	2	7	5,00	1,781
Недостаточное внимание собственника к обеспечению безопасности объектов техносферы	29	1	7	4,21	1,698
Особенности региональной структуры экономики	28	1	6	2,39	1,524
Состояние правовой и законодательной базы по техногенной безопасности	29	1	7	2,38	1,801
Природные факторы	29	1	7	3,90	1,676
Недостатки в управлении	29	1	7	3,59	1,823

По оценкам экспертов наиболее сильное влияние на возникновение рисков оказывают рискогенные факторы, связанные с изменением со временем свойств объектов техносферы, человеческий фактор (ошибки в проектировании и в эксплуатации техники, нарушение технологий и техники безопасности) и недостаточное внимание собственника к обеспечению безопасности объектов техносферы. Наименьшее влияние – факторы, связанные с появлением новых, неизученных на момент внедрения, свойств объектов техносферы, особенности региональной структуры экономики и состояние правовой и законодательной базы по техногенной безопасности.

На основании полученных данных были рассчитаны коэффициенты корреляции между рискогенными факторами с целью определения наиболее устойчивых факторных групп. Результаты расчётов приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Корреляционные связи факторов техносферы

Рискогенные факторы техносферы	Связанные с появлением новых объектов техносферы	Связанные с недостатком информации о состоянии техносферы	Человеческий фактор	Недостаточное внимание к обеспечению безопасности объектов техносферы	Особенности региональной структуры экономики	Состояние правовой и законодательной базы по	Природные факторы	Недостатки в управлении
Связанные с изменением со временем свойств объектов техносферы	0,097	0,062	0,427	0,117	-0,036	0,121	0,280	0,160
Связанные с появлением новых, неизученных на момент внедрения, свойств объектов техносферы		0,329	0,156	0,112	0,576	0,406	-0,055	0,326
Связанные с недостатком информации о состоянии техносферы			0,390	0,587	0,571	0,368	0,434	0,341
Человеческий фактор				0,513	0,276	0,197	0,313	0,445
Недостаточное внимание собственника к обеспечению безопасности объектов техносферы					0,298	0,150	0,225	0,582
Особенности региональной структуры экономики						0,425	-0,029	0,208
Состояние правовой и законодательной базы по техногенной безопасности							-0,011	0,460
Природные факторы								-0,098

Согласно полученным коэффициентам, выделены следующие группы:

- Факторы, связанные с изменением со временем свойств техносферных объектов, объединяются с группой факторов, связанных с человеческой деятельностью;

- Факторы, связанные с недостатком информации о состоянии техносферы объединяются с группами факторов, связанных с человеческой деятельностью, с недостаточным вниманием собственника к обеспечению безопасности объектов техносферы, с особенностями региональной структуры экономики, с состоянием правовой и законодательной базы по техногенной безопасности, с природно-экологическими факторами;

- Человеческий фактор объединяется в факторную группу с факторами, связанными с недостаточным вниманием государства к обеспечению безопасности, с влиянием техносферы и с управленческим фактором;

- Недостаточное внимание государства к обеспечению безопасности природно-экологической сферы объединяется в факторную группу с факторами, связанными с недостатками в управлении;

- Факторы, связанные с особенностями региональной структуры экономики, объединяются с группой факторов, связанных с состоянием правовой и законодательной базы по обеспечению экологической безопасности;

- Факторы, связанные с состоянием правовой и законодательной базы по обеспечению экологической безопасности, объединяются с группой факторов, связанных с недостатками в управлении;

- Факторы, связанные с появлением новых, неизученных на момент внедрения, свойств объектов техносферы, объединяются с группой факторов, связанных с состоянием правовой и законодательной базы по обеспечению экологической безопасности и особенностями региональной структуры экономики.

Исходя из рассчитанной степени связи техногенных угроз с возникновением социальных рисков, приведенных в таблице 2.4, была рассчитана степень связи техногенных угроз с рисками (см. рисунок 2.3)

Таблица 2.4 - Степень связи техногенных угроз с возникновением социальных рисков

Социальные риски	N	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение
Снижение качества жизни	29	1	7	4,24	2,166
Рост социальной напряженности	29	1	7	3,24	1,921
Рост вынужденной миграции	29	1	7	3,03	1,899
Рост социальной неопределенности в регионе	29	1	7	3,03	1,721



Рисунок 2.3 – Степень связи техногенных угроз с социальными рисками при наличии реальной вероятности возникновения техногенных чрезвычайных ситуаций

Наибольшие (оцененные экспертами выше 4-х баллов – имеющих значение выше среднего) каузальные отношения установлены в следующих причинно-следственных группах:

- аварии с выбросом опасных химических веществ и снижение качества жизни, рост социальной напряженности и неопределенности;

- аварии с выбросом патогенных для человека микроорганизмов и снижение качества жизни, рост социальной неопределенности;
- аварии с выбросом радиоактивных веществ и снижение качества жизни, рост социальной напряженности и неопределенности;
- гидродинамические аварии и снижение качества жизни, рост социальной напряженности и неопределенности;
- транспортные аварии и снижение качества жизни;
- аварии на очистных сооружениях и снижение качества жизни, рост вынужденной миграции;
- аварии на электроэнергетических системах и снижение качества жизни.

По результатам Всероссийского экспертного опроса, проведенного сотрудниками совместной научно-исследовательской лаборатории трансдисциплинарных исследований (НИУ «БелГУ», ИСПИ РАН, ЮЗГУ) в 2015 году в десяти субъектах Российской Федерации, были определены индекс вероятности возникновения угроз, связанных с техногенными чрезвычайными ситуациями (ЧТЗ), возможные связи указанных ЧТЗ с рискогенными отраслями экономики, степень подверженности различных экономических сфер влиянию техногенных факторов, степень влияния рискогенных факторов на возникновение техногенных ЧС, а также рассчитаны коэффициенты корреляции между данными факторами. В результате была рассчитана степень связи техногенных угроз с исследуемыми социальными рисками. Все эти показатели должны учитываться при построении структуры модели системы управления социальными рисками.

2.2. Теоретико-множественное представление результатов Всероссийского социологического опроса

Процессы оценки и прогнозирования социальных рисков, как упоминалось ранее, является слабоструктурированной задачей, что

объясняется наличием множества факторов, оказывающих влияние на возникновение и величину социального риска, а также сложностью формализации задачи для построения системы, так как степень изученности множественных связей между этими факторами крайне мала и отсутствуют формализованные описания процессов и многих параметров. В связи с вышесказанным, для решения задачи оценки социальных рисков необходима систематизация имеющейся информации.

Прежде всего необходимо провести декомпозицию подходов к оценке социальных рисков, выделить самостоятельные единицы и связи между ними. Также необходимо произвести классификацию социальных рисков и рискогенных факторов. При проведении декомпозиции необходимо использовать теоретико-множественный аппарат, который позволит получить наглядное представление о предметной области и обеспечит удобную форму отражения систематизированной информации для дальнейшего построения модели системы.

В основу разработки системы нейро-нечеткого логического вывода положены результаты всероссийского экспертного опроса, в ходе которого проводилась оценка угроз, причин и возможностей предотвращения чрезвычайных ситуаций природно-экологического, техногенного характера, ситуаций нарушения социокультурной и информационной безопасности. Процесс оценки социальных рисков рассматривается на примере техногенной сферы¹ среды обитания человека. Таким образом, в указанном процессе можно выделить такие категории объектов, как:

- субъекты Российской Федерации;
- социальные риски;
- рискогенные факторы;
- активаторы факторов;
- сценарии управления социальными рисками.

¹ Акимова, Т.А. Экология. Природа – Человек – Техника: Учебник[текст]/ Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин; под общ. Ред А.П. Кузмина. – М.: Экономика, 2007. – 510 с.

Социальные риски, оценка которых проводилась в исследовании, в зависимости от ситуации, представлены множеством R :

$$R = \{r_i\}, i=4$$

В исследовании выделены следующие социальные риски:

- r_1 – снижение качества жизни;
- r_2 – рост социальной напряженности;
- r_3 – рост вынужденной миграции;
- r_4 – рост социальной неопределенности.

На перечисленные риски влияние оказывают факторы, входящие в множество рискогенных факторов RF .

$$RF = \{f_k\}, k=7$$

Среди них:

- rf_1 – частота возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций;
- rf_2 – информированность населения о чрезвычайных техногенных ситуациях;
- rf_3 – представленность рискогенных отраслей в отраслевой структуре региона;
- rf_4 – уровень техногенного риска в отраслях;
- rf_5 – степень влияния факторов на возможность возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций;
- rf_6 – эффективность мер по снижению техногенных рисков;
- rf_7 – степень влияния рискогенных факторов на вероятность возникновения социальных рисков.

В выделенном множестве рискогенных факторов можно выделить некоторые подмножества. Элемент « rf_1 – частота возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций» включает в себя множество чрезвычайных техногенных ситуаций $CHTS$:

$$CHTS = \{chts_l\}, l=11$$

- $chts_1$ – транспортные аварии (катастрофы);

- $chts_2$ –пожары и взрывы;
- $chts_3$ – аварии с выбросом (угрозой выброса) опасных химических веществ;
- $chts_4$ – аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ;
- $chts_5$ – аварии с выбросом (угрозой выброса) патогенных для человека микроорганизмов;
- $chts_6$ – внезапное обрушение зданий, сооружений, пород;
- $chts_7$ – аварии на электроэнергетических системах;
- $chts_8$ – аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения;
- $chts_9$ – аварии на очистных сооружениях;
- $chts_{10}$ – гидродинамические аварии;
- $chts_{11}$ – другие.

У элемента « rf_3 – представленность рискогенных отраслей в регионе» также есть подмножество рискогенных отраслей RO:

$$RO = \{ro_m\}, m=22$$

Следующие отрасли, подверженные возникновению чрезвычайных техногенных ситуаций, были определены:

- ro_1 – электроэнергетика;
- ro_2 – нефтедобывающая промышленность;
- ro_3 – нефтеперерабатывающая промышленность;
- ro_4 – газовая промышленность;
- ro_5 – угольная промышленность;
- ro_6 – черная металлургия;
- ro_7 – цветная металлургия;
- ro_8 – химическая и нефтехимическая промышленность;
- ro_9 – машиностроение и металлообработка;
- ro_{10} – электроника;
- ro_{11} – лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность;

- ro_{12} – строительство и промышленность строительных материалов;
- ro_{13} – легкая и пищевая промышленность;
- ro_{14} – сельское хозяйство, рыболовство;
- ro_{15} – железнодорожный транспорт;
- ro_{16} – городской транспорт;
- ro_{17} – автомобильный транспорт;
- ro_{18} – магистральный трубопроводной транспорт;
- ro_{19} – морской транспорт;
- ro_{20} – внутренний водный транспорт;
- ro_{21} – авиационный транспорт;
- ro_{22} – другие отрасли, подверженные техногенному риску.

Также подмножеством элементов F

$$F = \{f_n\}, n=10$$

обладает и элемент множества рискогенных факторов « rf_5 – степень влияния факторов на возможность возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций», в которое вошли следующие факторы:

- f_1 – связанные с изменением со временем свойств объектов техносферы (старение, изношенность);
- f_2 – связанные с появлением новых, неизученных на момент внедрения, свойств объектов техносферы;
- f_3 – связанные с недостатком информации о состоянии техносферы;
- f_4 – человеческий фактор (ошибки в проектировании и в эксплуатации техники, нарушение технологий и техники безопасности);
- f_5 – недостаточное внимание собственника к обеспечению безопасности объектов техносферы;
- f_6 – особенности региональной структуры экономики;
- f_7 – состояние правовой и законодательной базы по техногенной безопасности;

- f_8 – природные факторы;
- f_9 – недостатки в управлении;
- f_{10} – другие.

У элемента « $r f_6$ – эффективность мер по снижению техногенных рисков», также есть свое подмножество мер по снижению техногенных рисков М:

$$M = \{m\}, j=14$$

- m_1 – принятие новых законов, повышающих должностную ответственность за производственные нарушения;
- m_2 – совершенствование правоприменительной практики в рамках существующего законодательства;
- m_3 – усиление экономических санкций к предприятиям и их руководителям;
- m_4 – усиление экономических санкций к непосредственным исполнителям;
- m_5 – ужесточение административных санкций;
- m_6 – усиление мер контроля на стадии проектирования;
- m_7 – усиление мер контроля на всех стадиях производственного процесса;
- m_8 – совершенствование методов управления рисками;
- m_9 – укрепление кадрами служб технической безопасности и охраны труда;
- m_{10} – воспитание ответственного, добросовестного отношения к работе у персонала;
- m_{11} – внедрение рыночных механизмов;
- m_{12} – укрепление корпоративной солидарности, повышение коллективной ответственности;
- m_{13} – информирование населения об уровне техногенных рисков;
- m_{14} – другие.

Таким образом, систематизированная и формализованная информация, полученная путем переработки результатов Всероссийского социологического опроса, может быть использована для построения системы нейро-нечеткого логического вывода для оценки социальных рисков, а именно для составления обучающих и тестирующих выборок (приложение А, таблица 1), необходимых для ее настройки. Исходя из вышеописанного, выходными переменными являются элементы множества социальных рисков R , а входными переменными – элементы, входящие во множество рискогенных факторов RF . При этом показатели, относящиеся к элементам подмножеств, необходимы для вычисления значений входных переменных.

3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЙРО-НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ

3.1 Обучение сети нейро-нечеткого логического вывода

Для построения и настройки системы нейро-нечеткого логического вывода необходимо подготовить некоторые начальные данные, а именно – обучающую и тестирующую выборки. Как упоминалось ранее, в основу разработки системы положены результаты Всероссийского социологического опроса, которые были проанализированы и систематизированы. Элементы множества социальных рисков R являются выходными переменными, а элементы множества рискогенных факторов RF – входными.

Рассмотрим процесс обучения нейро-нечеткой сети для оценки социального риска снижения качества жизни. Обучающая выборка должна быть составлена в виде таблицы, первые семь столбцов которой содержат значения входных переменных:

- rf_1 – частота возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций;
 - rf_2 – информированность населения о чрезвычайных техногенных ситуациях;
 - rf_3 – представленность рискогенных отраслей в отраслевой структуре региона;
 - rf_4 – уровень техногенного риска в отраслях;
 - rf_5 – степень влияния факторов на возможность возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций;
 - rf_6 – эффективность мер по снижению техногенных рисков;
 - rf_7 – степень влияния рискогенных факторов на вероятность возникновения социальных рисков.
- Последний столбец таблицы содержит значение выходной переменной r_1 – снижение качества жизни.

Обучающая выборка для риска снижения качества жизни представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Обучающая выборка для оценки риска снижения качества жизни

	rf_1 – Частота возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций	rf_2 – Информированность населения о техногенных ЧС	rf_3 – Представленность рисковенных отраслей в регионе	rf_4 – Уровень техногенного риска в отраслях	rf_5 – Степень влияния факторов на возможность возникновения техногенных ЧС	rf_6 – Эффективность мер по снижению техногенных рисков	rf_7 – Степень влияния рисковенных факторов на риск снижения качества жизни	r_1 – Риск снижения качества жизни
1	2.3	3	2.19	2	4.33	2	5	4
2	1.8	3	2.48	1	3.44	2	5	4
3	2.2	1	2.62	1	4.67	1	2	6
4	2.4	2	2.19	3	5.11	2	7	3
5	2.2	1	2.24	2	2.33	2	1	4
6	2.5	1	2.15	3	4.89	2	5	5
7	2	1	1.86	7	3.33	2	4	4
8	2.3	2	1.62	2	4.11	2	1	4
9	1.8	1	3	3	3.67	1	0	1
10	1.9	1	2.30	2	2.89	2	3	2
11	2.2	1	1.95	0	2.88	2	4	2
12	2.1	1	2.48	1	3.89	1	6	2
13	1.4	2	2.05	5	5.56	4	7	6
14	1.9	1	2	2	3	2	5	2
15	1.8	1	2.24	2	2.22	2	1	5
16	2.1	1	2.19	2	3.78	2	5	6
17	2.4	1	2.29	2	3	1	6	5

Аналогичным образом строятся обучающие и тестирующие выборки для каждого риска.

Информационным средством реализации процессов построения и обучения сети нейро-нечеткого логического вывода был выбран один из редакторов пакета MatLAB – ANFIS – редактор. ANFIS – редактор позволяет на основании экспериментально полученных данных синтезировать нейро-нечеткую сеть, а также просматривать зависимости результата от значений входных переменных, полученные в результате обучения системы.

Результатом загрузки обучающей выборки для риска снижения качества жизни в редактор был построен график значений обучения (см. рисунок 3.1).

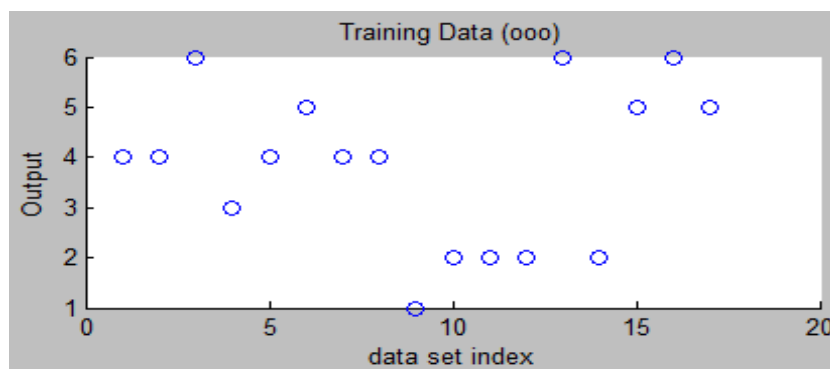


Рисунок 3.1 – График обучающей выборки в ANFIS-редакторе для риска снижения качества жизни

По оси абсцисс расположены порядковые номера (data set index) элементов выборки, а по оси ординат – целевые значения (Output) обучения системы для данных комбинаций входных значений.

Обучение осуществляется в соответствии с загруженными значениями, а также с указанными параметрами – метод обучения (hybrid - гибридный метод, объединяющий метод обратного распространения ошибки с методом наименьших квадратов), максимально допустимое значение ошибки (Error Tolerance = 0), количество циклов обучения (Epochs = 50), а также вид функций (gaussmf – гауссовы функции) для описания лингвистических термов переменных и их количество (3 3 3 3 2 4 2).

График зависимости ошибки обучения от цикла приведен на рисунке 3.2.

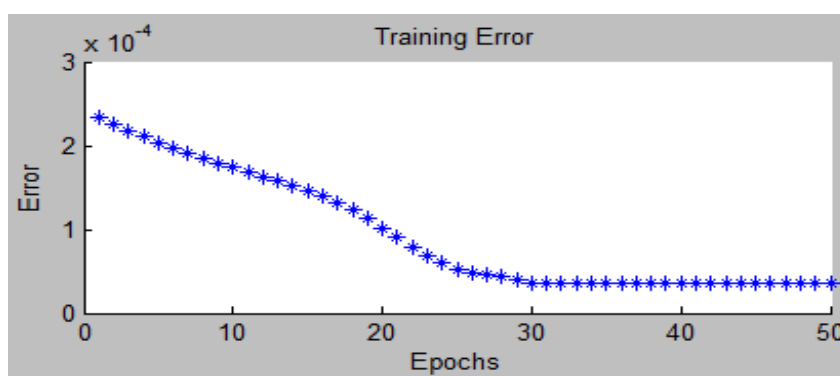


Рисунок 3.2 – График зависимости ошибки обучения от количества циклов обучения

По оси абсцисс указаны номера циклов обучения (Epochs), а по оси ординат отражены значения ошибки (Errors). Как видно из графика зависимости ошибки обучения от количества циклов обучения в рабочем окне редактора, на первом шаге обучения ошибка составила $2,4 * 10^{-4}$, однако уже к тридцатой итерации значение ошибки вышло на установившийся режим на уровне $0,3 * 10^{-4}$.

Для проверки качества обучения сети нейро-нечеткого логического вывода используется обучающая выборка (см. таблицу 3.2), составленная по тому же принципу, что выборка для обучения.

Таблица 3.2 – Тестирующая выборка для оценки риска снижения качества жизни

	rf_1 – Частота возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций	rf_2 – Информированность населения о техногенных ЧС	rf_3 – Представленность рисковенных отраслей в регионе	rf_4 – Уровень техногенного риска в отраслях	rf_5 – Степень влияния факторов на возможность возникновения техногенных ЧС	rf_6 – Эффективность мер по снижению техногенных рисков	rf_7 – Степень влияния рисковенных факторов на риск снижения качества жизни	r_1 – Риск снижения качества жизни
18	2.1	1	2.43	2	3.44	2	3	5
19	2.2	1	1.62	3	3.11	2	5	6
20	2.1	1	1.55	6	3.89	2	6	6
21	1.6	1	2.10	4	3.44	3	6	5
22	2.5	1	2.29	1	1.89	1	1	2
23	2.3	2	2.19	6	4.67	2	7	3
24	1.9	3	1.62	13	5.56	2	7	3
25	2.4	1	2.24	1	2	1	3	3
26	2.1	1	2.52	0	2.56	2	1	4
27	2	1	2.14	1	3	0	6	5

Проверка обученной сети при помощи тестирующей выборки показала, что сгенерированная система оценки социального риска снижения качества жизни выполняет поставленную перед ней задачу оценки величины риска на основании значений входных переменных. На графике в окне редактора показано отклонение решений данных системой от решений, данных в выборке (см. рисунок 3.3), среднее значение которого составляет 3,4. Это

объясняется спецификой составления обучающей и тестирующей выборок, где каждое поле таблицы представляет собой оценку отдельно взятого эксперта.

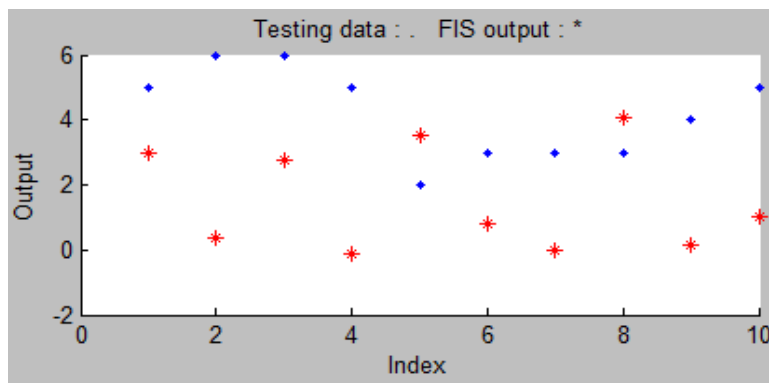


Рисунок 3.3 - График отклонений решений, полученных системой, от значений выходных параметров тестирующей выборки

Таким образом, разница значений величины социального риска снижения качества жизни, полученных системой, и значений, данных экспертами, объясняется особенностями предметной области и подходов к ее исследованию. Проведение точной оценки каких-либо параметров социальной системы невозможно ввиду отсутствия возможностей использования универсальных инструментов измерения конкретных четких значений ее различных параметров. Метод экспертного опроса, примененный для оценки уровней рискогенных факторов и исследуемых социальных рисков, допускает получение неоднозначных оценок, так как они индивидуальны и основываются на опыте каждого отдельно взятого эксперта. В ходе обработки первичной социологической информации (результатов Всероссийского социологического опроса) и при составлении обучающих и тестирующих выборок для построения и настройки системы оценки каждого риска наблюдался разброс итоговых значений (величин социальных рисков) при близких исходных (значениях рискогенных факторов).

Результаты работы нейро-нечеткой системы можно также считать достоверными, так как величина обучающей выборки превышает тестирующую практически в два раза, следовательно, настройка системы

проведена с учетом большего количества данных, т.е. на основании мнений большинства экспертов.

3.2 Описание системы оценки риска снижения качества жизни

В результате операций генерации и обучения нейро-нечеткой системы для оценки риска снижения качества жизни произошла ее настройка согласно загруженным начальным данным – построена ее структура, а также сгенерированы соответствующие правила базы знаний. Укрупненная схема системы нейро-нечеткого логического вывода типа Sugeno для оценки риска снижения качества жизни приведена на рисунке 3.4.

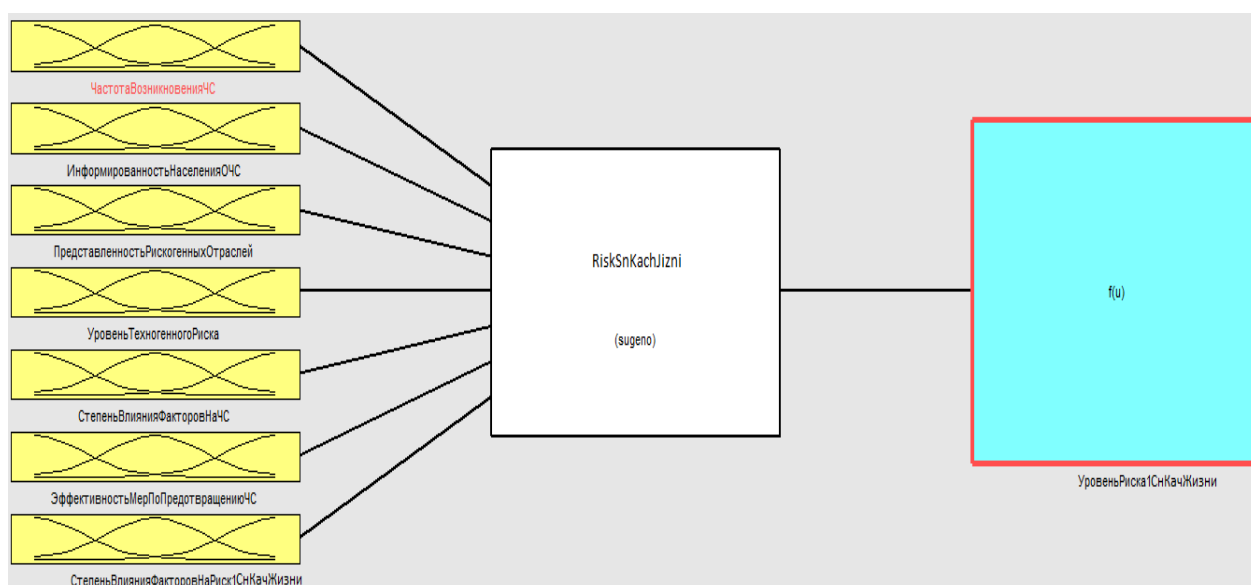


Рисунок 3.4 - Укрупненная схема системы оценки риска снижения качества жизни

Каждая из входных переменных определена при помощи нескольких лингвистических термов, которые в свою очередь описаны при помощи функций принадлежности гауссова вида. Шкалирование для каждой переменной проведено согласно исходным данным исследования, взятым из анкеты «Экспертиза техногенной среды».

Рассмотрим переменную «Частота Возникновения ЧС» (см. рисунок 3.5). По оси абсцисс откладывается оценка частоты появления

различных чрезвычайных ситуаций техногенного характера, а по оси ординат – вероятность попадания значения указанной переменной в один из трех отрезков (РазВГодуИчаще, РазВдва-триГода, НикогдаНеВозникали). Опишем переменную, представленную на множестве целых чисел $X [1,4; 2,5]$ более подробно. Приведем множество нечетких переменных для значений $T(x)$:

$$\text{«РазВГодуИчаще»} = \begin{cases} 1, & x \leq 1,45 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 1,45 < x < 2,2; \\ 0, & x \geq 2,2 \end{cases}$$

$$\text{«РазВдва-ТриГода»} = e^{-\frac{(x-0,0617)^2}{8,096}}$$

$$\text{«НикогдаНеВозникали»} = \begin{cases} 1, & x \geq 2,5 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 1,8 < x < 2,5; \\ 0, & x \leq 1,8 \end{cases}$$

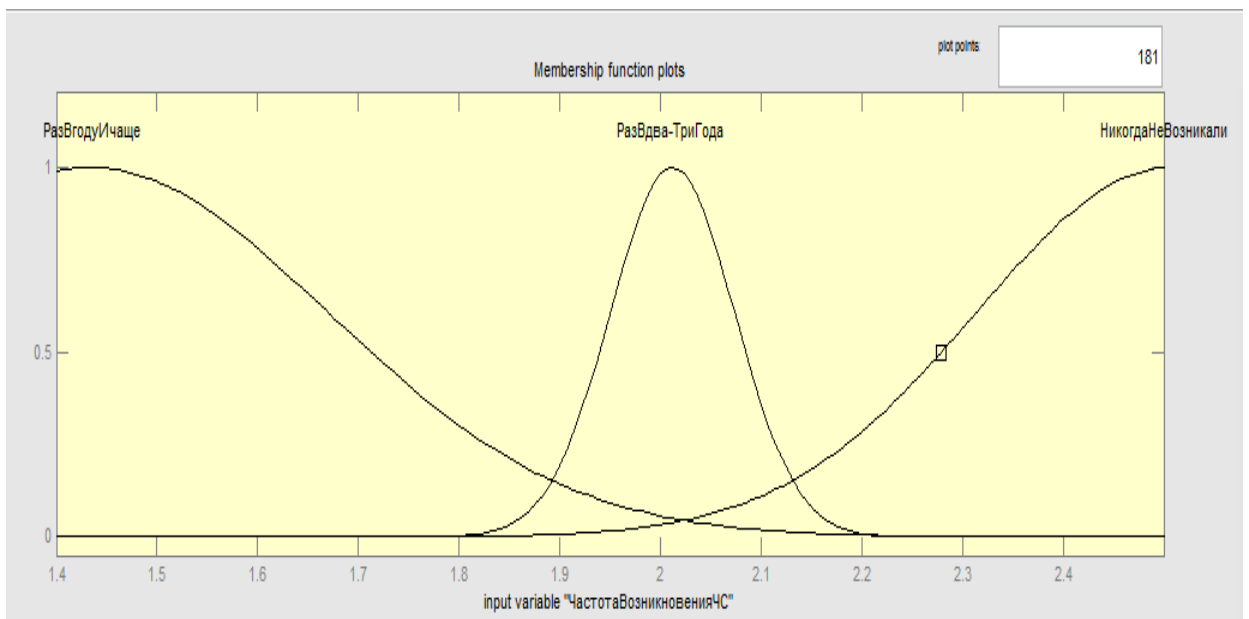


Рисунок 3.5 - Функции принадлежности для нечеткой логической переменной «ЧастотаВозникновенияЧС»

Вторая лингвистическая переменная – «ИнформированностьНаселенияОЧС» (см. рисунок 3.6) также описана тремя лингвистическими термами, а именно «ИнформировалосьВСМИ», «ИнформировалосьПоСлухам» и «ПочтиНеИнформировалось». Данная

переменная описана множеством целых чисел на интервале X [1, 3].

Множество нечетких переменных для значения T(x) следующее:

$$\text{«Информировалось ВСМИ»} = \begin{cases} 1, & x \leq 1,05 \\ \text{нелинейная аппроксимация}, & 1,05 < x < 2,4; \\ 0, & x \geq 2,4 \end{cases}$$

$$\text{«Информировалось ПоСлухам»} = e^{-\frac{(x-0,3535)^2}{8,177}}$$

$$\text{«ПочтиНеИнформировалось»} = \begin{cases} 1, & x \geq 2,88 \\ \text{нелинейная аппроксимация}, & 1,6 < x < 2,88. \\ 0, & x \leq 1,6 \end{cases}$$

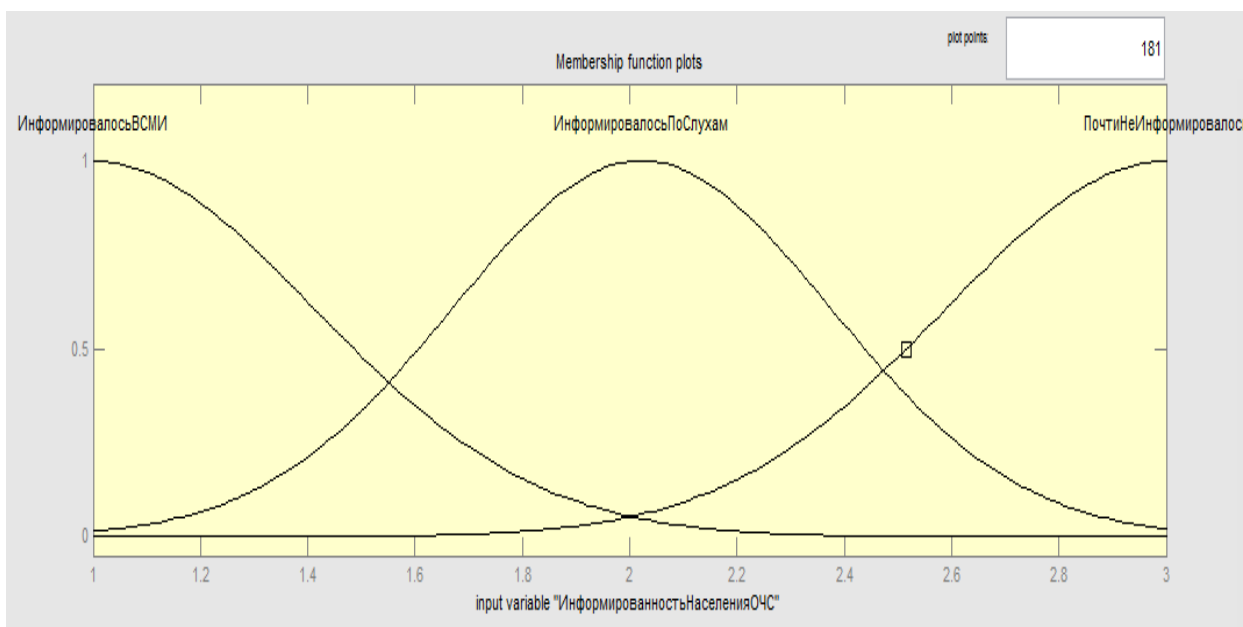


Рисунок 3.6 - Функции принадлежности для нечеткой логической переменной «Информированность Населения ОЧС»

Рассмотрим переменную «Представленность Рискогенных Отраслей», приведенную на рисунке 3.7. Ее описание проведено при помощи таких лингвистических термов, как «Широко Представлены», «Представлены Отдельными Предприятиями» и «Почти Не Представлены». Опишем переменную, представленную на множестве целых чисел X [0, 3] более подробно. Приведем множество нечетких переменных для значений T(x):

$$\text{«ШирокоПредставлены»} = \begin{cases} 1, & x = 0 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 0 < x < 2,5; \\ 0, & x \geq 2,5 \end{cases}$$

$$\text{«Представлены Отдельными Предприятиями»} = e^{-\frac{(x-0,29)^2}{10,811}}$$

$$\text{«Почти Не Представлены»} = \begin{cases} 1, & x = 3 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 2,5 < x < 3. \\ 0, & x \leq 2,5 \end{cases}$$

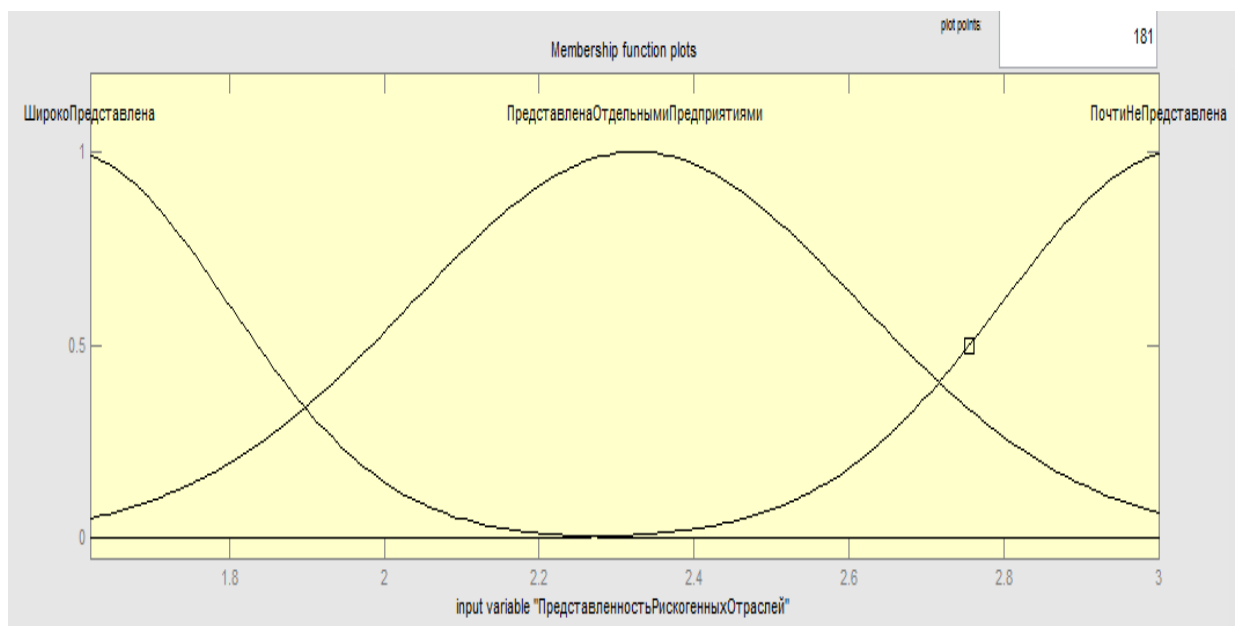


Рисунок 3.7 - Функции принадлежности для нечеткой логической переменной «Представленность Рискогенных Отраслей»

Опишем четвертую входную переменную «Уровень Техногенного Риска». График переменной представлен на рисунке 3.8. Она описана при помощи таких лингвистических термов, как «Низкий», «Средний» и «Высокий». Опишем переменную, представленную на множестве целых чисел $X [0, 7]$ более подробно. Приведем множество нечетких переменных для значений $T(x)$:

$$\text{«Низкий»} = \begin{cases} 1, & x \leq 0,1 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 0,1 < x < 4,8; \\ 0, & x \geq 4,8 \end{cases}$$

$$\text{«Средний»} = e^{-\frac{(x-1,49)^2}{24,78}}$$

$$\langle \text{«Высокий»} \rangle = \begin{cases} 1, & x \geq 6,8 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 2,2 < x < 6,8. \\ 0, & x \leq 2,2 \end{cases}$$

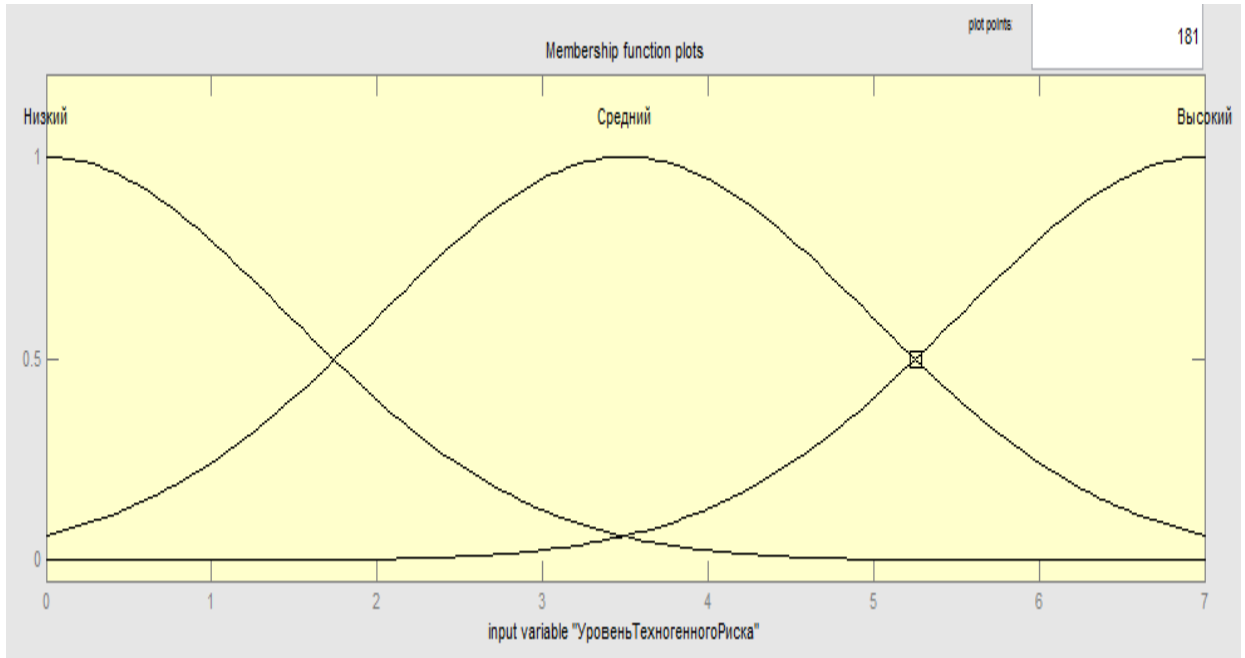


Рисунок 3.8 - Функции принадлежности для нечеткой логической переменной «Уровень Техногенного Риска»

Пятая лингвистическая переменная – «Степень Влияния Факторов На ЧС» (см. рисунок 3.9) описана двумя лингвистическими терминами – «Низкая» и «Высокая». Данная переменная описана множеством целых чисел на интервале $X [0, 5,6]$. Множество нечетких переменных для значения $T(x)$ следующее:

$$\langle \text{«Низкая»} \rangle = \begin{cases} 1, & x \leq 1 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 1 < x < 7 \end{cases};$$

$$\langle \text{«Высокая»} \rangle = \begin{cases} 1, & x \geq 5,4 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 0 < x < 5,4 \end{cases}$$

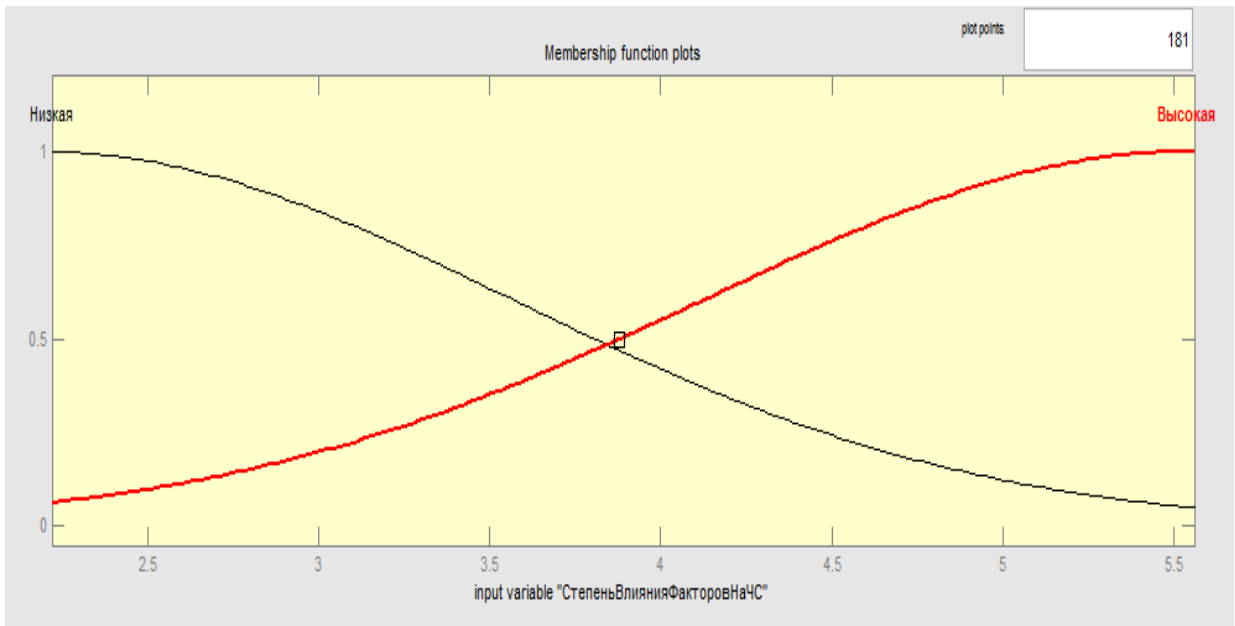


Рисунок 3.9 - Функции принадлежности для нечеткой логической переменной «СтепеньВлиянияФакторовНаЧС»

Рассмотрим следующую переменную – «ЭффективностьМерПоПредотвращениюЧС», которая приведена на рисунке 3.10. Описание переменной проведено четырьмя лингвистическими термами: «НеПрименялись», «НеЭффективны», «ЧастичноЭффективны» и «ПолностьюЭффективны». Далее опишем переменную, представленную на множестве целых чисел $X [1, 4]$ более подробно. Приведем множество нечетких переменных для значений $T(x)$:

$$\text{«НеПрименялись»} = \begin{cases} 1, & x = 1 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 1 < x < 2,2; \\ 0, & x \geq 2,2 \end{cases}$$

$$\text{«НеЭффективны»} = e^{-\frac{(x-0,413)^2}{8,08}}$$

$$\text{«ЧастичноЭффективны»} = e^{-\frac{(x-0,3569)^2}{18,277}}$$

$$\text{«ПолностьюЭффективны»} = \begin{cases} 1, & x \geq 3,9 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 2,6 < x < 3,9; \\ 0, & x \leq 2,6 \end{cases}$$

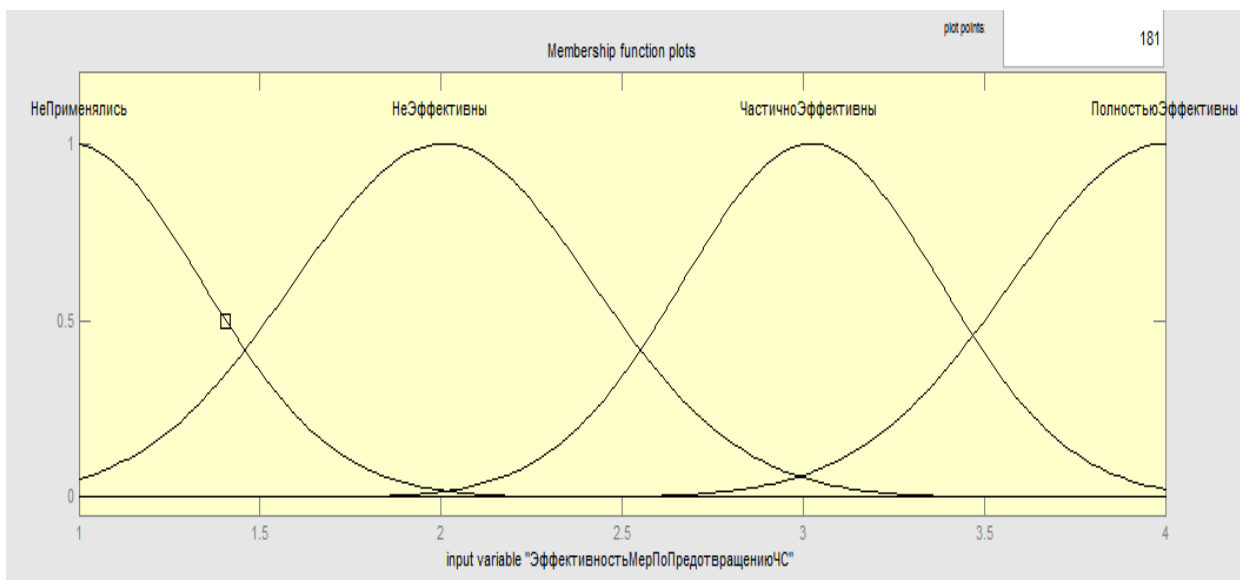


Рисунок 3.10 - Функции принадлежности для нечеткой логической переменной «СтепеньВлиянияФакторовНаЧС»

Седьмой лингвистической переменной является «СтепеньВлиянияФакторовНаРиск1» (см. рисунок 3.11) описана двумя лингвистическими термами – «Низкая» и «Высокая». Переменная описана множеством целых чисел на интервале $X [0, 7]$. Множество нечетких переменных для значения $T(x)$ следующее:

$$\text{«Низкая»} = \begin{cases} 1, & x \leq 0,2 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 0,2 < x < 7; \end{cases}$$

$$\text{«Высокая»} = \begin{cases} 1, & x \geq 6,7 \\ \text{нелинейная аппроксимация,} & 0 < x < 6,7 \end{cases}$$

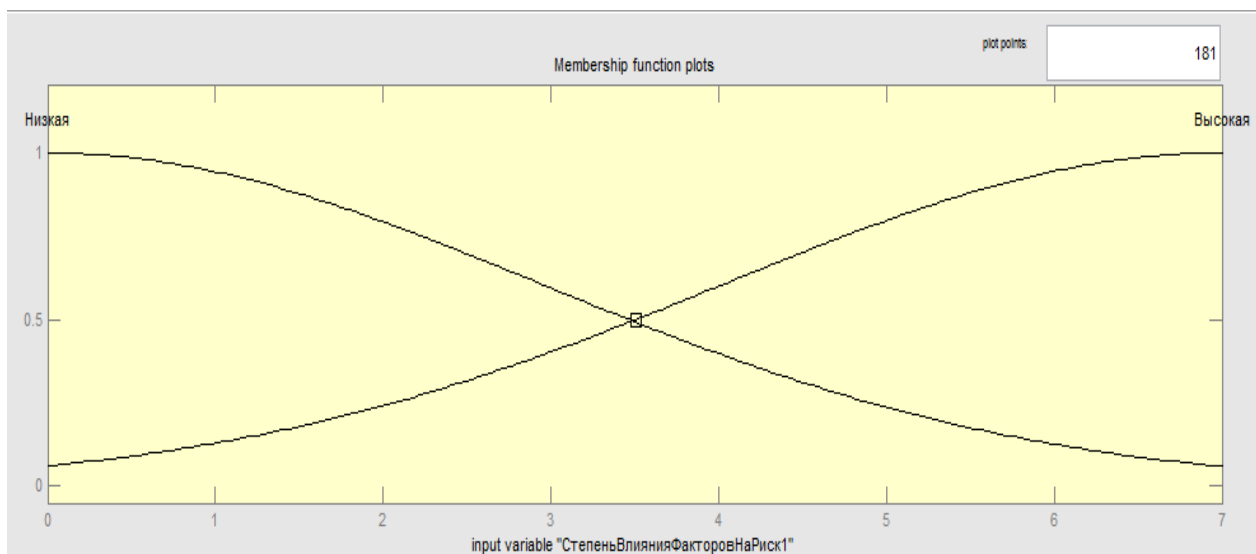


Рисунок 3.11 - Функции принадлежности для нечеткой логической переменной «СтепеньВлиянияФакторовНаРиск1»

Еще одним результатом генерации и обучения системы нечеткого логического вывода является база нечетких правил, в количестве 1296 правил вида «Если - то», называемых также продукциями. Приведем ее фрагмент в качестве примера:

1) If (ЧастотаВозникновениЧС is РазВгодуИчаще) and (ИнформированностьНаселенияОЧС is ИнформировалосьВСМИ) and (ПредставленностьРискогенныхОтраслей is ШирокоПредставлены) and (УровеньТехногенногоРиска is Низкий) and (СтепеньВлиянияФакторовНаЧС is Низкая) and (ЭффективностьМерПоПредотвращениюЧС is НеПрименялись) and (СтепеньВлиянияФакторовНаРиск is Низкая) then (УровеньРиска is out1mf1).

2) If (ЧастотаВозникновениЧС is РазВгодуИчаще) and (ИнформированностьНаселенияОЧС is ИнформировалосьВСМИ) and (ПредставленностьРискогенныхОтраслей is ШирокоПредставлены) and (УровеньТехногенногоРиска is Низкий) and (СтепеньВлиянияФакторовНаЧС is Низкая) and (ЭффективностьМерПоПредотвращениюЧС is НеПрименялись) and (СтепеньВлиянияФакторовНаРиск is Высокая) then (УровеньРиска is out1mf2).

3) If (ЧастотаВозникновениЧС is РазВгодуИчаще) and (ИнформированностьНаселенияОЧС is ИнформировалосьВСМИ) and (ПредставленностьРискогенныхОтраслей is ШирокоПредставлены) and (УровеньТехногенногоРиска is Низкий) and (СтепеньВлиянияФакторовНаЧС is Низкая) and (ЭффективностьМерПоПредотвращениюЧС is НеЭффективны) and (СтепеньВлиянияФакторовНаРиск is Низкая) then (УровеньРиска is out1mf3).

·
·
·

1295) If (ЧастотаВозникновениЧС is НикогдаНеВозникали) and (ИнформированностьНаселенияОЧС is ПочтиНеИнформировалось) and

(ПредставленностьРискогенныхОтраслей is ПочтиНеПредставлены) and (УровеньТехногенногоРиска is Высокий) and (СтепеньВлиянияФакторовНаЧС is Высокая) and (ЭффективностьМерПоПредотвращениюЧС is ПолностьюЭффективны) and (СтепеньВлиянияФакторовНаРиск is Низкая) then (УровеньРиска is out1mf1295).

1296) If (ЧастотаВозникновениЧС is НикогдаНеВозникали) and (ИнформированностьНаселенияОЧС is ПочтиНеИнформировалось) and (ПредставленностьРискогенныхОтраслей is ПочтиНеПредставлены) and (УровеньТехногенногоРиска is Высокий) and (СтепеньВлиянияФакторовНаЧС is Высокая) and (ЭффективностьМерПоПредотвращениюЧС is ПолностьюЭффективны) and (СтепеньВлиянияФакторовНаРиск is Высокая) then (УровеньРиска is out1mf1296).

Фрагмент базы нечетких правил системы нейро – нечеткого логического вывода для оценки социального риска снижения качества жизни в среде Matlab приведен на рисунке 3.12.

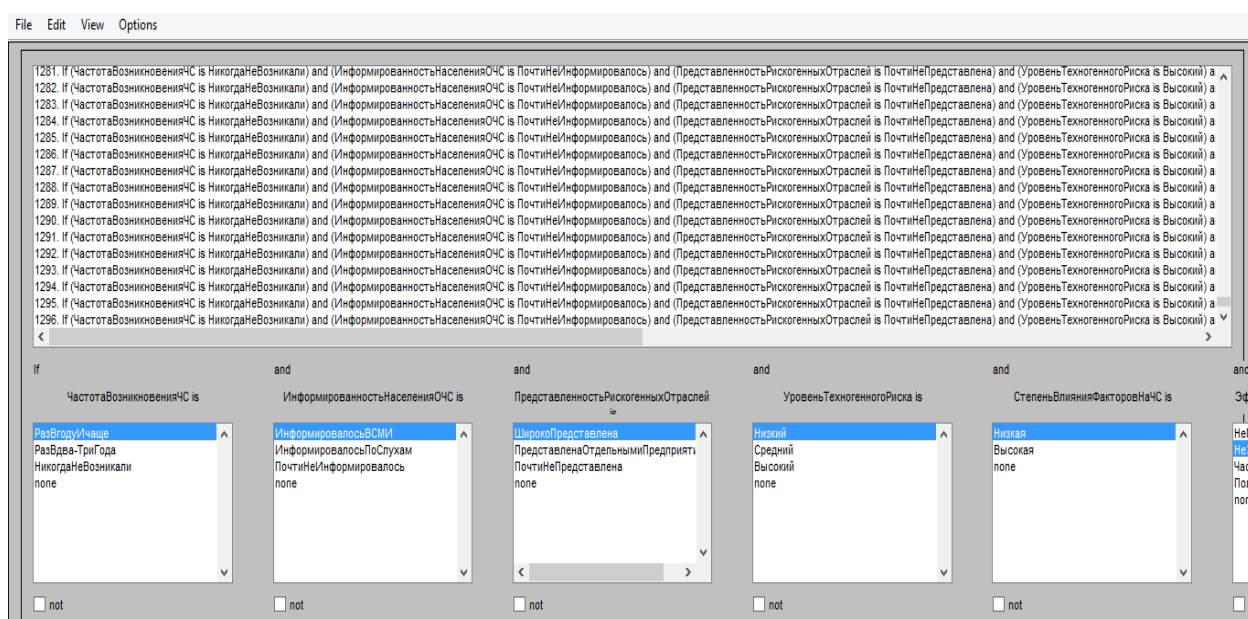


Рисунок 3.12 – Фрагмент базы нечетких правил

Сгенерированная система нейро – нечеткого логического вывода для оценки социального риска снижения качества жизни дает возможность пользователю просмотреть и оценить зависимость выходной переменной «УровеньРиска1СнКачЖизни» от каждой из входных переменных. Например, на рисунке 3.13 приведены примеры графиков зависимости величины социального риска от таких переменных, как «СтепеньВлиянияФакторовНаЧС», «СтепеньВлиянияФакторовНаРиск1СнКачЖизни» и «ЧастотаВозникновенияЧС».

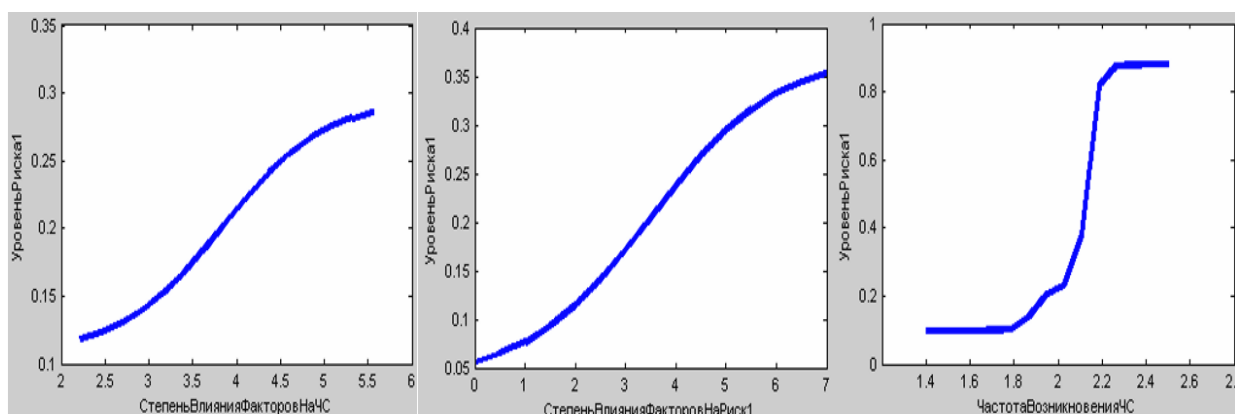


Рисунок 3.13 – Примеры графиков зависимости выходной переменной от входных

Также система подобного вида имеет возможность демонстрировать зависимость результата от пар входных переменных. Для системы оценки уровня первого социального риска приведены примеры трехмерных графиков зависимости выходного параметра от следующих пар входных: «ЧастотаВозникновенияЧС» и «ИнформированностьНаселенияОЧС», «ЧастотаВозникновенияЧС» и «СтепеньВлиянияФакторовНаЧС», «УровеньТехногенногоРиска» и «ЧастотаВозникновенияЧС», а также «ЧастотаВозникновенияЧС» и «ПредставленностьРискогенныхОтраслей» (см. рисунок 3.14).

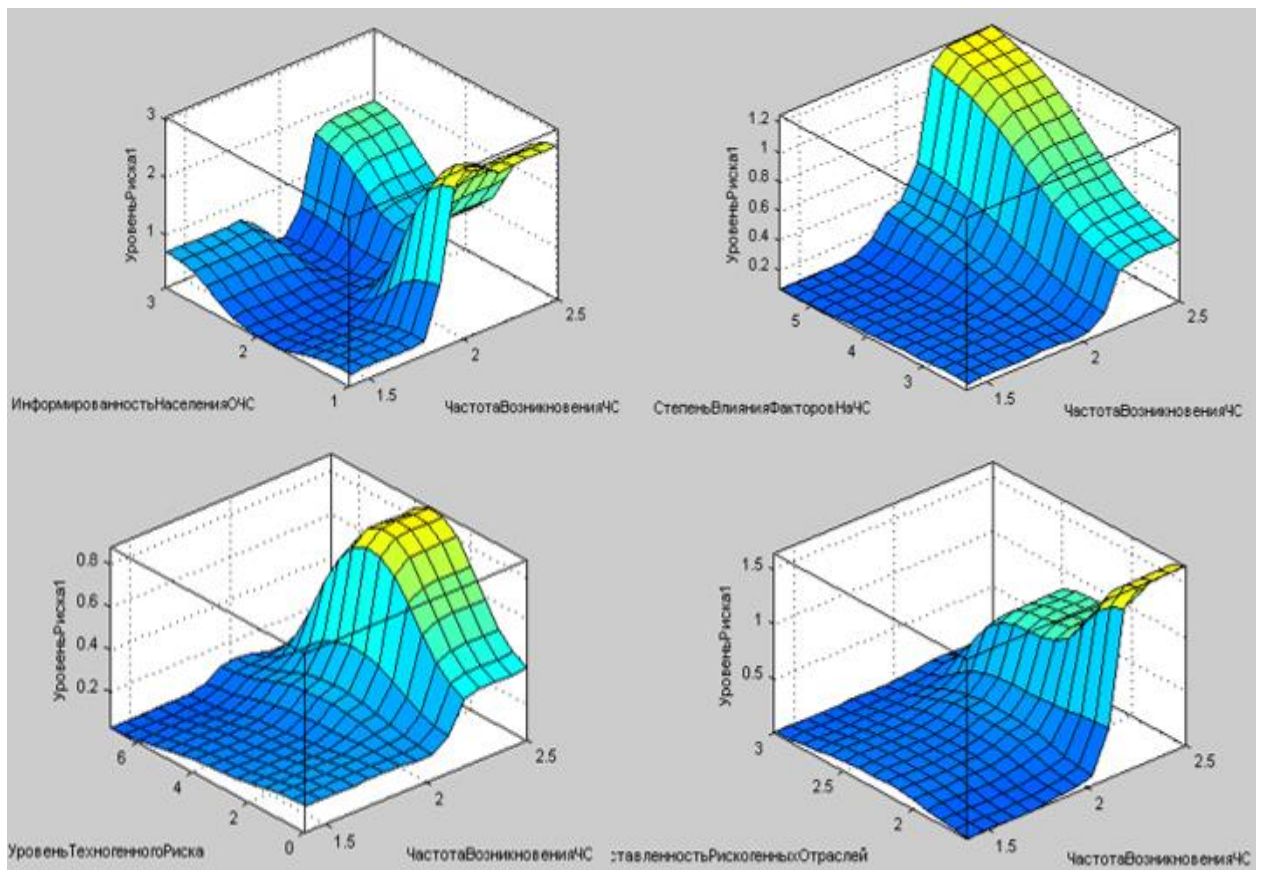


Рисунок 3.14 – Примеры графиков зависимости выходной переменной от пар входных

Согласно анализу графиков, наиболее сильное влияние на риск снижения качества жизни оказывают такие факторы, как частота возникновения техногенных ЧС, эффективность мер по снижению техногенных рисков, а также степень влияния факторов на возможность возникновения ЧС. Что касается риска роста социальной напряженности, то ключевыми факторами являются частота возникновения ЧС техногенного характера, информированность населения и эффективность мер по предотвращению ЧС. В то же время, на риск роста вынужденной миграции и риск роста социальной неопределенности сильнее всего влияют представленность рискогенных отраслей в регионе и уровень техногенного риска в отраслях.

Как показал процесс тестирования, сгенерированная и обученная система нейро-нечеткого логического вывода для оценки социального риска снижения качества жизни выполняет поставленную перед ней задачу оценки

социального риска снижения качества жизни. То есть разработанная система нейро-нечеткого логического вывода позволяет принимать решения, касающиеся управления социальными рисками, так как содержит обширную базу правил и способна показывать зависимости между входными и выходными переменными.

Однако вопросы оптимизации базы нечетких правил (в связи с их большим количеством) и подбора рациональной структуры сети (на данный момент однослойная) требуют дальнейших исследований.

3.3 Оценка эффективности разработанных формально-логических средств

При анализе результатов экспертизы техногенной сферы (см. приложение Б) Всероссийского социологического опроса при помощи MS Office Excel был использован метод корреляционного анализа. Данный метод применялся с целью выявления зависимостей между парами переменных и определения степеней силы этих зависимостей, причем метод позволяет также определить сопровождается ли увеличение одного показателя возрастанием (положительная корреляция) или уменьшением (отрицательная корреляция) другого. При анализе учитывались коэффициент корреляции Пирсона и коэффициент двусторонней значимости.

Расчёт коэффициента корреляции (r) осуществляется по формуле:

$$r = \frac{(\sum XY) - n\bar{X}\bar{Y}}{(n-1)S_X S_Y}, \text{ где}$$

$\sum XY$ — сумма произведений данных из каждой пары;

n — число пар;

\bar{X} — средняя для данных переменной X ;

\bar{Y} — средняя для данных переменной Y ;

S_X — стандартное отклонение для распределения x ;

S_Y — стандартное отклонение для распределения y .

Полученные значения относятся к интервалам, характеризующим величину корреляции (см. таблицу 3.3).

Таблица 3.3 – Интерпретация интервалов значений коэффициента корреляции

Интервал значений	Интерпретация
0 – 0,2	Очень слабая корреляция
0,2 – 0,5	Слабая корреляция
0,5 – 0,7	Средняя корреляция
0,7 – 0,9	Высокая корреляция
0,9 – 1	Очень высокая корреляция

Значимость корреляции отражает коэффициент двусторонней значимости, причем корреляция считается значимой, если его значение менее 0,01.

При анализе результатов социологического исследования были попытки установления корреляций между парами переменных, например, между исследуемыми социальными рисками (вопрос 8) и степенью влияния различных факторов на возможность наступления чрезвычайных техногенных ситуаций (вопрос 5), результаты которых не оправдали ожидания (рисунок 3.15).

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Корреляции								
Зеленым выделены корреляции наиболее значимые (двухсторонняя значимость менее 0,01), желтым - стандартные для дальнейшего анализа (коэффициент значимости 0,05).		Связанные с изменением со временем свойств объектов техносферы (старение, изношенность)	Связанные с появлением новых, неизученных на момент внедрения, свойств объектов техносферы	Связанные с недостатком 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
Снижение качества жизни	Корреляция Пирсона	,537	,487	,291	,368	,234	,385	,365
	Знч.(2-сторон)	,003	,009	,125	,050	,230	,048	,056
Рост социальной напряженности	Корреляция Пирсона	,226	,620	,052	-,026	-,047	,290	,451
	Знч.(2-сторон)	,238	,000	,790	,892	,812	,142	,016
Рост вынужденной миграции	Корреляция Пирсона	,257	,553	,150	,086	-,016	,187	,310
	Знч.(2-сторон)	,179	,002	,437	,659	,937	,351	,109
Рост социальной неопределенности в регионе	Корреляция Пирсона	,349	,393	,042	,118	,088	,113	,499
	Знч.(2-сторон)	,063	,039	,830	,542	,655	,576	,007

Рисунок 3.15 – Расчет корреляции на примере 5 и 8 вопросов анкеты

В данном примере, как видно на рисунке, наиболее значимые корреляции выделены зеленым цветом, то есть рассчитанные коэффициенты значимости менее 0,01. Значения 0,487 и 0,499 относятся к промежутку [0,2; 0,5] и характеризуют низкий уровень корреляции. А показатели 0,537, 0,553 и 0,620 принадлежат отрезку [0,5; 0,7] и говорят о ее среднем уровне. Желтым цветом выделены стандартные для дальнейшего анализа коэффициенты корреляции – с коэффициентом значимости менее 0,05. Значения коэффициента Пирсона (r) 0,368, 0,385, 0,393 и 0,451 говорят о низкой корреляции в данных парах, так как принадлежат промежутку [0,2; 0,5].

Согласно таблице MS Office Excel, среди 36 рассчитанных корреляций значимыми являются лишь 5 из них, а стандартными только 4. Из них максимально высокий уровень корреляции имеет среднее значение только в трех случаях. Это означает, что примененный метод анализа в данном случае оказался малоэффективным и не способен отразить неявные связи в оставшихся 24 парах.

В случае поиска зависимостей между социальными рисками (вопрос 8) и мерами по снижению уровней техногенных рисков (вопрос 6) применение метода корреляционного анализа оказалось абсолютно неэффективным (рисунок 3.16).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	Корреляции															
2	нет корреляций, везде коэффициент двусторонней значимости превышает 0,05, значит связи ненадежные	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 кадровых 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		
3		Снижение качества жизни	Корреляция Пирсона	,101	,039	,021	-,127	,034	,116	,021	,023	-,016	,184	,245	,137	,035
4			Знч.(2-сторон)	,602	,841	,916	,512	,860	,551	,913	,906	,936	,339	,208	,477	,856
5		Рост социальной напряженности	Корреляция Пирсона	-,159	-,264	-,186	-,407	,000	-,284	-,136	-,035	-,358	-,177	,033	-,048	-,253
6			Знч.(2-сторон)	,411	,166	,335	,028	1,000	,135	,483	,855	,057	,358	,869	,806	,186
7		Рост вынужденной миграции	Корреляция Пирсона	-,220	-,312	-,188	-,264	-,137	-,242	-,204	-,244	-,239	-,062	,048	,100	-,358
8			Знч.(2-сторон)	,251	,100	,330	,166	,480	,205	,289	,202	,213	,750	,807	,607	,057
9		Рост социальной неопределенности в регионе	Корреляция Пирсона	-,110	-,123	-,259	-,201	-,043	-,333	-,126	-,201	-,339	-,004	,081	,151	-,264
10			Знч.(2-сторон)	,572	,526	,175	,296	,824	,077	,514	,296	,072	,985	,682	,435	,166

Рисунок 3.16 – Расчет корреляции на примере 6 и 8 вопросов анкеты

Рассчитанные коэффициенты двусторонней значимости не относятся к промежутку значений $[0; 0,01]$, что говорит об отсутствии значимых корреляций. Всего одно значение коэффициента двусторонней значимости оказалось менее 0,05, т.е. в единственном случае коэффициент корреляции является стандартным для анализа. Значение 0,407 относится к промежутку $[0,2; 0,5]$ и указывает на низкую корреляцию.

Примененный метод корреляционного анализа при обработке данных социологического исследования показал свою неэффективность в процессе поиска неявных зависимостей между парами переменных, что наглядно подтверждают приведенные выше примеры. Все пары переменных, не имеющие явных зависимостей, не учитываются при дальнейшем исследовании. Результаты такого анализа могут быть недостоверными или же неполными, то есть их качество и точность могут быть поставлены под сомнение ввиду отсеивания большого количества данных.

Применение системы нейро-нечеткого логического вывода для оценки социальных рисков более уместно, так как, несмотря на отсутствие явных корреляций между переменными, система способна генерировать зависимости выходных переменных от целого ряда входных с минимальным значением ошибки (см. рисунок 3.2) в процессе обучения, а также обеспечивать возможность просмотра этих зависимостей на графиках (см. рисунок 3.13 и рисунок 3.14). За счет возможностей нахождения и отображения неявных зависимостей, которые метод корреляционного анализа упускает, нейро-нечеткая система логического вывода обеспечивает повышение качества результатов оценки социальных рисков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка социальных рисков представляет собой сложный многоуровневый процесс, который связан со сбором, обработкой и анализом большого объема первичной социологической информации, как правило не структурированной и представленной в различных формах. Измерять уровни тех или иных социальных рисков необходимо с целью формирования управляющих воздействий, направленных на снижение их слишком высоких значений до минимально допустимых. Для анализа собранной информации ее систематизируют или приводят к одному формату. Целью проведения социологических исследований и анализа собранных в ходе него данных является установление связей или зависимостей между различными оцениваемыми параметрами, которые могут дать представление исследователю о закономерностях появления и развития социальных рисков в зависимости от комбинаций рискогенных факторов.

Для обработки Всероссийского социологического опроса был использован метод корреляционного анализа, однако его применение не обеспечило достижение ожидаемого результата так как во многих комбинациях исследуемых социальных рисков и рискогенных факторов значимых корреляций не было выявлено, а в редких случаях, где корреляции были значимы, значения ее коэффициентов говорили о слабой степени связи параметров, что являлось причиной их отсеивания перед дальнейшим анализом. В связи с тем, что при корреляционном анализе происходило отсеивание большинства параметров из-за низкой степени связей, качество результата, полученного данным методом, находилось под сомнением, поэтому необходимо было разработать и применить новый подход.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выполнялись задачи, необходимые для достижения поставленной цели – повышение качества результата оценки социальных рисков в техногенной

сфере путем разработки и применения формально-логических средств оценки социальных рисков.

Проведено исследование существующих подходов оценки социальных рисков, рассмотрены основные признаки и классификации социальных рисков, стратегии управления ими, основные стадии процесса управления данной группой рисков, а также подробно описан процесс их оценки.

Изучены подходы к построению систем поддержки принятия решений и экспертных систем, которые применяются при решении слабоструктурированных и плохо формализуемых задач, среди которых теория нечетких множеств, метод, базирующийся на нечетких сетях, генетические алгоритмы, рассуждения на основе прецедентов, имитационное и когнитивное моделирование. По результатам анализа указанных методов составлена сравнительная таблица их достоинств, которая показала, что объединение подхода, основанного на нечеткой логике, и метода, базирующегося на нейронных сетях, позволит объединить их достоинства и скомпенсировать недостатки путем генерации системы нейро - нечеткого логического вывода.

Рассмотрены результаты Всероссийского социологического опроса, положенные в основу разработки нейро-нечеткой системы оценки социальных рисков, приведены возможные связи ЧТЗ с рискогенными отраслями экономики, степень подверженности различных экономических сфер влиянию техногенных факторов, степень влияния рискогенных факторов на возникновение техногенных ЧС, а также рассчитаны коэффициенты корреляции между данными факторами. Кроме того, проделана систематизация и формализация имеющейся информации с целью ее применения к построению и настройке системы нейро – нечеткого логического вывода для оценки социальных рисков.

Разработана система нейро-нечеткого логического вывода для оценки социальных рисков на примере построения и обучения сети нечеткого логического вывода для риска роста социальной напряженности. Проведено

составление обучающей и тестирующей выборок на основании систематизированных результатов Всероссийского социологического опроса, генерация системы, ее обучение и тестирование, в результате чего произошла автоматическая настройка параметров, при помощи которых описаны переменные. Приведено описание системы оценки риска снижения качества жизни, а также выявлены группы рискогенных факторов, оказывающих наиболее сильное влияние на каждый из рисков. А также проведена оценка эффективности разработанных формально-логических средств.

В результате выполнения работы была получена нейро – нечеткая система логического вывода, которая позволяет принимать решения, касающиеся управления социальными рисками, так как содержит обширную базу правил и способна показывать зависимости между входными и выходными переменными. Применение нейро-нечеткой системы логического вывода способствует повышению качества результатов оценки социальных рисков за счет возможности нахождения и отображения неявных зависимостей, которые метод корреляционного анализа, ранее примененный для их идентификации, упускает.

Из этого можно сделать вывод о том, что обозначенная цель выпускной квалификационной работы была достигнута. Однако некоторые вопросы совершенствования данной системы остаются открытыми, в частности оптимизации базы нечетких правил и подбора оптимальной структуры системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. A. Khan, S.Q. Jamal, Risk assessment for dam failure using probability approach, in: R.E. Melchers, M.G. Stewart (Eds.) [текст] / A. Khan, S.Q. Jamal, - Proceedings Applications of Statistics and Probability, Balkema, Rotterdam, 2000 – 1151 с.
2. Kenji Suzuki, Artificial Neural Networks - Architectures and Applications [электронный ресурс] / Kenji Suzuki, ISBN 978-953-51-0935-8, Publisher: InTech. – 2013 – 264 pages. – Режим доступа: <http://www.intechopen.com/books/artificial-neural-networks-architectures-and-applications>, свободный
3. L. Rutkowski, Flexible neuro-fuzzy systems [текст] / Rutkowski. L. — Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004. — 279 с.
4. M. W. Merkhofer, Decision Science and Social Risk Management: A Comparative Evaluation of Cost-Benefit Analysis, Decision Analysis, and Other Formal Decision-Aiding Approaches (Risk, Governance and Society) [текст] / Merkhofer M. W. – Springer, 2003. – 330 с.
5. . R. E. Bellman, Decision-Making in Fuzzy Environment [текст] / Bellman R. E., Zadeh I. A. – Management Science, № 4, 2001. – 141-160 p.
6. R. Holzmann, Social Risk Management: A new conceptual framework for Social Protection, and beyond, Social Protection Discussion Paper No. 0006 [текст]/ Holzmann, Robert and Steen Jorgenson - Washington: World Bank, 2000.
7. S. N. Jonkman, An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage [текст] / S.N. Jonkman, P.H.A.J.M. van Gelder, J.K. Vrijling, - Faculty of Civil Engineering, Delft University of Technology. Journal of Hazardous Materials A99, 2003. – 30 с.
8. T. Bedford, Probabilistic Risk Analysis: Foundations and Methods [текст] / T. Bedford, R.M. Cooke, - Cambridge University Press, New York, 2001. – 231 с.

9. Vincent Placer, Measures of social risk perception and demand for risk reduction: an experimental comparison [текст] / Vincent Placer and Philippe Delquie. – Risk decision and Policy 4 (2), 2005. – 129-144 с.
10. Акимов, В. А. «Риски в природе, техносфере, обществе и экономике» [текст] / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2004г. – 231 с.
11. Акимова, Т.А. Экология. Природа – Человек – Техника: Учебник [текст]/ Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин; под общ. Ред. А.П. Кузмина. – М.: Экономика, 2007. – 510 с.
12. Андриевская, Н.В. Особенности применения нейро-нечетких моделей для задач синтеза систем автоматического управления [электронный ресурс] / Н.В. Андриевская, А.С. Резников, А.А. Черанев Фундаментальные исследования, № 11-7, 2014. — 1445-1449 с. – Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35784>, свободный.
13. Вишняков, Я. Д. Общая теория рисков: учебное пособие для студентов высших учебных заведений [текст] / Я. Д. Вишняков, Н. Н. Радеев, 2-е издание– М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 368с.
14. Гладков, Л.А. Генетические алгоритмы [текст] / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. 2-е изд. испр. и доп. Под ред. В.М. Курейчика – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 320с.
15. Громов, И. А. Формальная социология Г. Зиммеля. Западная теоретическая социология [текст] / И. А. Громов, А. Ю. Мацкевич, В.А. Семёнов. — М.,2006. — 286 с.
16. Девятко И. Ф. Методы социологического исследования. Учебное пособие для вузов [текст] / И. Ф. Девятко. – Екатеринбург, изд-во Уральского университета, 2001. – 268 с.
17. Дегтярев, Д.В. Проблемы методологии оценки социального риска. Применение формулы Бернулли [электронный ресурс] / Д.В. Дегтярев, А.С. Печеркин, - Безопасность труда в промышленности, №11, 2012. – 53-53 с.

– Режим доступа: http://riskprom.ru/_ld/3/314_VTP_socRiskBern.pdf, свободный.

18. Дрошнев, В. В. Социально-экономический и человеческий потенциал региона: состояние и стратегия развития [текст] / В. В. Дрошнев, И. А. Масюто. – Екатеринбург: ООО Агентство «ПРЕССА», 2004. – 167 с.

19. Заболотский, М.А. Когнитивное моделирование – уникальный инструмент для анализа и управления сложными системами (регион, отрасль промышленности, крупное предприятие) [электронный ресурс] / М. А. Заболотский, И. А. Полякова, А. В. Тихонин - Успехи современного естествознания, № 2, 2005. — 28-28 с. – Режим доступа: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=7979>, свободный.

20. Землянова, М.А. Техногенная среда обитания человека [текст] / М.А. Землянова, М.А. Устинова, Р.Р. Махмудов, И.А. Пермяков, Ю.В. Кольдибекова. - Пермь. 2013. – 126 с

21. Зубков, В.И. Социологическая теория риска: Монография [текст] / В.И. Зубков. - М.: Изд-во РУДН, 2003. – 230с.

22. Зубок, Ю.А. Информационные средства поддержки принятия решений при оценке социальных рисков развития техногенных систем: монография [текст] / Под науч. ред. проф. Ю.А. Зубок, проф. И.С. Шаповаловой, проф. В.В. Ломакина – Белгород: ООО «Эпицентр», 2016. – 116 с

23. Иванов, А.В. Риски и сценарии российской модернизации [текст] / А.В. Иванов – Саратов: Издательство «Научная книга», 2012. – 128с.

24. Каталевский, Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении [текст] / Д.Ю. Каталевский. Издание второе переработанное и дополненное – Москва: Издательский дом ДЕЛЮ, 2015. – 496с.

25. Ковалев, Е. М. Качественные методы в полевых социологических исследованиях [текст] / Е. М. Ковалев, И. Е. Штейнберг. – М.: Логос, 2003. – 247 с.

26. Королев, М. И. «Экономика. Риски. Защита». Словарь-справочник. [текст] / М.И. Королев. – М.: Анкил, 2008. – 832 с.
27. Круглов, В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети [электронный ресурс] / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – Москва: Издательство физико-математической литературы, 2001. – Режим доступа: <http://bookini.ru/netchyotkaya-logika-i-iskusstvennye-nejronnye-seti/>, свободный.
28. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [текст] / А. В. Леоненков. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с
29. Мачульская, Е.Е. Право социального обеспечения: учебник [текст]/Е.Е. Мачульская. - М.: Юрайт, 2010 – 582 с.
30. Методические рекомендации по оценке рисков на ЖД инфраструктуре ОАО «РЖД» [текст] / Открытое акционерное общество «Российские железные дороги», Москва, 2011. – 119 с.
31. Панченко, Т.В. Генетические алгоритмы [текст] / Т.В. Панченко. Под ред. Ю.Ю. Тарасевича. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87с.
32. Прокопенко, Ю. Системные риски здоровью. В паутине рисков [электронный ресурс] / Ю. Прокопенко – Электронные текстовые данные. – Ridero, 2013—2015 - Режим доступа: https://ridero.ru/books/sistemnye_riski_zdorovuyu/read, свободный.
33. Рыбина, Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: учебное пособие [текст] / Г.В. Рыбина. – Москва: Финансы и статистика, 2010. – 432с.
34. Сафронова, М. В. Методика оценки риска семейного неблагополучия [текст] / М. В. Сафронова, Л. А. Осьмук. – Новосибирск: Новосибирский Государственный Технический Университет, 2011. – 103 с.
35. Синюк, В. Г. Гибкие нейро-нечеткие системы вывода и программная реализация для решения задач аппроксимации [текст] / В. Г. Синюк, Е. Л. Бакшеева. – Молодой ученый №8, 2014. – 108-112 с.

36. Социальные риски в рыночной экономике и политика их смягчения [текст] / Научный редактор Э.Б. Гилянская. – Москва: Издательский дом ГУ ВШЭ, 2004. – 464с.
37. Стоянова, О.В. Нейро-нечеткий метод построения моделей сложных объектов [текст] / О.В. Стоянова, М.И. Длин, А.В. Клименко, Ю.Г. Бояринов, Прикладная информатика №3(9). – НОУ «МФПУ «Синергия», 2007. – 241 с.
38. Толстова Ю. Н. Анализ социологических данных. Методология, дескриптивная статистика, изучение связей между номинальными признаками [текст] / Ю. Н. Толстова. – М.: Научный мир, 2000. – 252 с.
39. Шарин, В.И. Социальные риски как угрозы социальному положению и защита от них [текст] / В.И. Шарин. – Екатеринбург: Известия Уральского государственного экономического университета, 2013. – 124с.
40. Штовба, С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс] / С.Д. Штовба. – Центр компетенций MathWorks. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php>, свободный.
41. Штовба, С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB [текст] / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2007. – 288 с.
42. Ярушкина Н. Г. Нечеткие и гибридные системы: Обзор итогов и тенденций развития [текст] / Н. Г. Ярушкина. – Новости искусственного интеллекта, №5, 2003. – 5-12 с.
43. Ярушкина, Н. Г. Нечеткие нейронные сети в когнитивном моделировании и традиционных задачах искусственного интеллекта [текст] / Н. Г. Ярушкина. – Научная сессия МИФИ-2005. VII всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика -2005»: лекции по нейроинформатике. – М.: МИФИ, 2005. – 214 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Таблица 1 - Экспериментальные данные для составления обучающих выборок

	1 Частота возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций	2 Информированность населения о техногенных ЧС	3 Представленность рискогенных отраслей в регионе	4 Уровень техногенного риска в отраслях	5 Степень влияния факторов на возможность возникновения техногенных ЧС	6 Эффективность мер по снижению техногенных рисков	Степень влияния рискогенных факторов на риск 1	Степень влияния рискогенных факторов на риск 2	Степень влияния рискогенных факторов на риск 3	Степень влияния рискогенных факторов на риск 4	1. Риск снижения качества жизни	2. Риск роста социальной напряженности	3. Риск роста вынужденной миграции	4. Риск роста социальной неопределенности
1	2,3	3	2,1904762	2	4,3333333	2	5	1	3	3	4	4	4	4
2	1,8	3	2,4761905	1	3,4444444	2	5	1	4	4	4	4	4	4
3	2,2	1	2,6190476	1	4,6666667	1	2	1	1	1	6	6	6	6
4	2,4	2	2,1904762	3	5,1111111	2	7	2	5	4	3	3	2	3
5	2,2	1	2,2380952	2	2,3333333	2	1	1	1	1	4	4	4	4
6	2,5	1	2,1428571	3	4,8888889	2	5	6	5	3	5	6	4	4
7	2	1	1,8571429	7	3,3333333	2	4	4	2	2	4	4	4	4
8	2,3	2	1,6190476	2	4,1111111	2	1	4	7	7	4	4	4	4
9	1,8	1	3	3	3,6666667	1	0	0	0	0	1	1	4	3
10	1,9	1	2,2952381	2	2,8888889	2	3	3	3	3	2	2	2	2
11	2,2	1	1,952381	0	2,875	2	4	3	1	3	2	2	4	1
12	2,1	1	2,4761905	1	3,8888889	1	6	2	3	1	2	2	4	4
13	1,4	2	2,047619	5	5,5555556	4	7	6	4	5	6	6	5	6
14	1,9	1	2	2	3	2	5	3	2	2	2	2	1	1
15	1,8	1	2,2380952	2	2,2222222	2	1	3	3	3	5	5	5	5

Продолжение таблицы А.1.

16	2,1	1	2,1904762	2	3,7777778	2	5	2	2	2	6	6	6	5
17	2,4	1	2,2857143	2	3	1	6	4	4	4	5	5	5	5
18	2,1	1	2,4285714	2	3,4444444	2	3	2	4	5	5	1	5	6
19	2,2	1	1,6190476	3	3,1111111	2	5	3	2	3	6	4	3	5
20	2,1	1	1,55	6	3,8888889	2	6	5	1	2	6	5	1	2
21	1,6	1	2,0952381	4	3,4444444	3	6	6	1	6	5	5	4	5
22	2,5	1	2,2857143	1	1,8888889	1	1	1	1	1	2	2	2	2
23	2,3	2	2,1904762	6	4,6666667	2	7	3	1	2	3	2	2	3
24	1,9	3	1,6190476	13	5,5555556	2	7	6	7	5	3	4	6	4
25	2,4	1	2,2380952	1	2	1	3	2	5	1	3	2	5	1
26	2,1	1	2,5238095	0	2,5555556	2	1	5	3	3	4	4	4	4
27	2	1	2,1428571	1	3	0	6	6	6	6	5	5	5	5

Приложение Б. Экспертиза техногенной среды. Вопросник эксперта.

АКАДЕМИЯ НАУК РФ
ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ЭКСПЕРТИЗА ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ

ВОПРОСНИК ЭКСПЕРТА

Уважаемый коллега!

Исследовательская группа обращается к Вам с просьбой выступить в качестве эксперта по оценке угроз, причин и возможностей предотвращения чрезвычайных техногенных ситуаций. Основное внимание в исследовании уделяется состоянию техногенной среды, оценке возникающих рисков и их влияния на социальную атмосферу в регионе. Результаты экспертного опроса приобретают особую актуальность в связи с необходимостью научной разработки управленческого аспекта исследуемой проблемы.

Заполняется вопросник просто: прочтите вопрос и возможные ответы на него. Выберите вариант ответа, совпадающий с Вашим мнением, и обведите соответствующую ему цифру. Если ни один из вариантов ответа Вас не устраивает, напишите свой в специально отведенном для этого месте.

*Данные исследования будут анализироваться **анонимно** и использоваться только в научных целях. Поэтому Вам не надо указывать свои имя и фамилию. Мы благодарны Вам за квалифицированные оценки и высказанные суждения.*

Номер вопросника (подгруппа по типу рисков-регион-порядковый номер эксперта: «буквы-число-число», например Т-02-3)

- -

Подгруппа по типу рисков	Регион	Порядковый номер эксперта в группе
И – информационные	01 – Адыгея	(от 1 до 4)
ПЭ – природно-экологические	02 – Амурская область	
Т – техногенные	03 – Брянская область	
СК - социокультурные	04 – Карачаево-черкессия	
	05 – Кировская область	
	06 – Костромская область	
	07 – Краснодарский край	
	08 – Нижегородская область	
	09 – Саратовская область	
	10 – Тверская область	

2015 год

1. Как часто возникают в регионе нижеперечисленные чрезвычайные техногенные ситуации? Ответ дается по каждой строке

Чрезвычайные техногенные ситуации	Раз в году и чаще	Раз в два – три года	Никогда не возникали
01. Транспортные аварии (катастрофы)	1	2	3
02. Пожары и взрывы	1	2	3
03. Аварии с выбросом (угрозой выброса) опасных химических веществ	1	2	3
04. Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ	1	2	3
05. Аварии с выбросом (угрозой выброса) патогенных для человека микроорганизмов	1	2	3
06. Внезапное обрушение зданий, сооружений, пород	1	2	3
07. Аварии на электроэнергетических системах	1	2	3
08. Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения	1	2	3
09. Аварии на очистных сооружениях	1	2	3
10. Гидродинамические аварии	1	2	3
11. Другие (напишите) _____ _____	1	2	

2. Информировалось ли население о чрезвычайных техногенных ситуациях в регионе?

1. Да, как правило, через средства массовой информации
2. Информация распространялась, преимущественно, в виде слухов
3. Информация распространялась локально, и затрагивала лишь непосредственных участников событий
4. Информация ограничивалась лишь узким кругом специалистов

(3) Какие из нижеперечисленных отраслей экономики представлены в отраслевой структуре региона, и (4) в каких из них наиболее часто возникают чрезвычайные техногенные ситуации (высокий уровень техногенного риска)? Ответ дается по каждой строке

Отрасли экономики	3. Место в отраслевой структуре			4. Высокий уровень техногенного риска
	Ведущая отрасль экономики региона	Представлена отдельными предприятиями	Практически не представлена	
0.1. Электроэнергетика	1	2	3	1
0.2. Нефтедобывающая промышленность	1	2	3	1
0.3. Нефтеперерабатывающая промышленность	1	2	3	1
0.4. Газовая промышленность	1	2	3	1
0.5. Угольная промышленность	1	2	3	1
0.6. Черная металлургия	1	2	3	1
0.7. Цветная металлургия	1	2	3	1
0.8. Химическая и нефтехимическая промышленность	1	2	3	1
0.9. Машиностроение и металлообработка	1	2	3	1
10. Электроника	1	2	3	1
11. Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно - бумажная промышленность	1	2	3	1
12. Строительство. Промышленность строительных материалов	1	2	3	1
13. Легкая и пищевая промышленность	1	2	3	1
14. Сельское хозяйство, рыболовство	1	2	3	1
15. Железнодорожный транспорт	1	2	3	1
16. Городской транспорт	1	2	3	1
17. Автомобильный транспорт	1	2	3	1
18. Магистральный трубопроводной транспорт	1	2	3	1
19. Морской транспорт	1	2	3	1
20. Внутренний водный транспорт	1	2	3	1
21. Авиационный транспорт	1	2	3	1
22. Другие отрасли, подверженные техногенному риску (напишите) _____ _____	1	2		1

5. Оцените по семибалльной шкале степень влияния нижеперечисленных факторов на возможность (вероятность) возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций в регионе (1 – соответствует самой низкой степени влияния, а 7 – самой высокой). Ответ дается по каждой строке

Факторы	Низкая степень влияния						Высокая степень влияния
	1	2	3	4	5	6	7
01. Связанные с изменением со временем свойств объектов техносферы (старение, изношенность)	1	2	3	4	5	6	7
02. Связанные с появлением новых, неизученных на момент внедрения, свойств объектов техносферы	1	2	3	4	5	6	7
03. Связанные с недостатком информации о состоянии техносферы	1	2	3	4	5	6	7
04. Человеческий фактор (ошибки в проектировании и в эксплуатации техники, нарушение технологий и техники безопасности)	1	2	3	4	5	6	7
05. Недостаточное внимание собственника к обеспечению безопасности объектов техносферы	1	2	3	4	5	6	7
06. Особенности региональной структуры экономики	1	2	3	4	5	6	7
07. Состояние правовой и законодательной базы по техногенной безопасности	1	2	3	4	5	6	7
08. Природные факторы	1	2	3	4	5	6	7
09. Недостатки в управлении	1	2	3	4	5	6	7
10. Другие (напишите) _____ _____	1	2	3	4	5	6	7

6. В какой степени эффективны принимаемые меры по снижению техногенных рисков? Ответ дается по каждой строке

Меры по снижению техногенных рисков	Полностью эффективно	Частично эффективно	Не эффективно	Мера не применялась
01. Принятие новых законов, повышающих должностную ответственность за производственные нарушения	4	3	2	1
02. Совершенствование правоприменительной практики в рамках существующего законодательства	4	3	2	1
03. Усиление экономических санкций к предприятиям и их руководителям	4	3	2	1
04. Усиление экономических санкций к непосредственным исполнителям	4	3	2	1
05. Ужесточение административных санкций	4	3	2	1
06. Усиление мер контроля на стадии проектирования	4	3	2	1
07. Усиление мер контроля на всех стадиях производственного процесса	4	3	2	1
08. Совершенствование методов управления рисками	4	3	2	1
09. Укрепление кадрами служб технической безопасности и охраны труда	4	3	2	1
10. Воспитание ответственного, добросовестного отношения к работе у персонала	4	3	2	1
11. Внедрение рыночных механизмов	4	3	2	1
12. Укрепление корпоративной солидарности, повышение коллективной ответственности	4	3	2	1
13. Информирование населения об уровне техногенных рисков	4	3	2	1
14. Другие (напишите) _____	4	3		

7. Оценивая соотношение между допустимым уровнем техногенной безопасности и экономическими возможностями его достижения, насколько приемлемым можно считать существующий в регионе уровень техногенного риска?

1. Полностью приемлемый уровень техногенного риска
2. Скорее приемлемый, чем не приемлемый
3. Скорее не приемлемый, чем приемлемый
4. Полностью не приемлемый

8. В какой степени угрозы чрезвычайных техногенных ситуаций в регионе связаны с нижеперечисленными социальными рисками? Оцените по семибалльной шкале, где 1 соответствует самой низкой степени связи, а 7 – самой высокой. Ответ дается по каждой строке.

Социальные риски	Низкая степень связи						Высокая степень связи
	1	2	3	4	5	6	
1. Снижение качества жизни	1	2	3	4	5	6	7
2. Рост социальной напряженности	1	2	3	4	5	6	7
3. Рост вынужденной миграции	1	2	3	4	5	6	7
4. Рост социальной неопределенности в регионе	1	2	3	4	5	6	7

9. Оценивая состояние техногенной среды в регионе, каковы тенденции снижения или повышения вероятности возникновения нижеперечисленных социальных рисков? Оцените по шкале, где 0 соответствует отсутствию изменений, от 3-х до 1 – тенденции снижения риска, от 5 до 7 – тенденции повышения риска. Ответ дается по каждой строке

Социальные риски	Тенденция снижения повышения социального риска			Тенденция социального риска			
	1	2	3	0	5	6	7
1. Риск снижения качества жизни	1	2	3	0	5	6	7
2. Риск роста социальной напряженности	1	2	3	0	5	6	7
3. Риск роста вынужденной миграции	1	2	3	0	5	6	7
4. Риск роста социальной неопределенности в регионе	1	2	3	0	5	6	7

А теперь несколько вопросов о Вас лично

10. Ваш возраст? (напишите цифрами) _____ лет

11. Сколько лет Вы работаете в данном регионе? (цифрами) _____ лет

12. Сфера Вашей основной деятельности?

1. государственная служба
2. производство, работа на предприятии
3. органы МЧС
4. наука, образование
9. другая (напишите) _____

Благодарим Вас за участие в исследовании!