

Том 13, 2016, № 1
Vol. 13, 2016, No. 1

ISSN: 1812-5220

Научно-практический журнал

Проблемы анализа риска

Scientific and Practical Journal

Issues of Risk Analysis

Главная тема номера:

Цена статистической жизни

Volume Headline:

The value of a statistical life



Официальное издание Экспертного совета МЧС России и Российского научного общества анализа риска
Official Edition of the Expert Council of EMERCOM of Russia and Russian Scientific Society for Risk Analysis

9 771812 522004

Том 13, 2016, № 1
Vol. 13, 2016, No.1

ISSN: 1812-5220

Научно-практический журнал

Проблемы анализа риска

Scientific and Practical Journal

Issues of Risk Analysis



Общероссийская общественная организация
«Российское научное общество анализа риска»



ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ)



Финансовый издательский дом
«Деловой экспресс»

Редакционный совет:

Воробьев Юрий Леонидович (председатель),

кандидат политических наук, заместитель председателя Совета Федерации
Федерального собрания Российской Федерации, председатель Экспертного совета МЧС России

Акимов Валерий Александрович (заместитель председателя),

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ,
начальник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ),
заместитель председателя Экспертного совета МЧС России

Солодوخина Лариса Владимировна,

управляющий Акционерным обществом «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс»

Фалеев Михаил Иванович,

кандидат политических наук, начальник ФКУ «Центр стратегических исследований
гражданской защиты МЧС России»,
президент Российского научного общества анализа риска

Редакционная коллегия:

Быков Андрей Александрович (Главный редактор),

доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ,
вице-президент Российского научного общества анализа риска

Порфирьев Борис Николаевич (заместитель Главного редактора),

член-корреспондент РАН, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией анализа
и прогнозирования природных и техногенных рисков экономики Института народнохозяйственного прогнозирования РАН

Аверченко Владимир Александрович,

кандидат экономических наук, профессор кафедры «Финансовая стратегия» Московской школы экономики
МГУ им. М.В. Ломоносова, председатель Совета директоров Инвестиционной Группы «Бизнес Центр»

Башкин Владимир Николаевич,

доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Института физико-химических и биологических проблем
почвоведения РАН

Елохин Андрей Николаевич,

доктор технических наук, член-корреспондент РАЕН, начальник отдела страхования ОАО «ЛУКОЙЛ»

Живетин Владимир Борисович,

доктор физико-математических наук, профессор, ректор Института проблем риска

Кременюк Виктор Александрович,

доктор исторических наук, профессор, заместитель директора Института США и Канады РАН

Махутов Николай Андреевич,

член-корреспондент РАН, Председатель Рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска
и проблем безопасности, главный научный сотрудник Института машиноведения им. А. А. Благонравова РАН

Мельников Александр Викторович,

доктор физико-математических наук, профессор, факультет математических
и статистических наук, Университет провинции Альберта, Эдмонтон, Канада

Ревич Борис Александрович,

доктор медицинских наук, руководитель лаборатории прогнозирования качества окружающей среды
и здоровья населения Института народнохозяйственного прогнозирования РАН

Сенчагов Вячеслав Константинович,

доктор экономических наук, профессор, вице-президент РАЕН,
директор Центра финансовых и банковских исследований Института экономики РАН

Соложенцев Евгений Дмитриевич,

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий лабораторией интегрированных систем
автоматизированного проектирования Института проблем машиноведения РАН

Сорогин Алексей Анатольевич,

кандидат технических наук, директор по специальным проектам
Акционерного общества «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс»

Сорокин Дмитрий Евгеньевич,

член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор,
первый заместитель директора Института экономики РАН

Сосунов Игорь Владимирович,

кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ)

Табаков Валерий Алексеевич,

кандидат экономических наук, Ph.D и DBA в области делового администрирования, член Совета директоров, председатель
правления Инвестиционной Группы «Бизнес Центр», Президент Группы компаний ИКТ

Интервью номера

- 4 Стоимость статистической жизни и цена риска
Интервью с главным редактором журнала А. А. Быковым

Цена риска

- 12 Стоимостная оценка социального ущерба, вызванного аварией, и безопасность сооружений
И. Н. Иващенко, НИИ энергетических сооружений, г. Москва
К. И. Иващенко, НТЦ «Гидротехбезопасность», г. Москва

Риски чрезвычайных ситуаций

- 24 Анализ действующей методики оценки эффективности государственной программы «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» и предложения по ее корректировке
В. В. Артюхин, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва
- 32 Применение современных технологий при реагировании на чрезвычайные ситуации
Д. В. Кулешов, Центральный региональный центр МЧС России, г. Москва
- 36 О роли сервисов социальных сетей для поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях
К. Р. Еникеева, А. Х. Абдуллин, О. И. Христовуло, Уфимский государственный авиационный технический университет
Ю. И. Исаева (Юсупова), Уфимский государственный нефтяной технический университет

Моделирование риска

- 46 Результаты системно-динамического моделирования процесса информирования населения при химической аварии
Р. А. Дурнев, А. С. Котосонова, Р. Л. Галиуллина, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва
- 52 Снижение пожарного риска в зданиях с массовым пребыванием людей
В. М. Колодкин, Б. В. Чирков, ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск
- 60 Применение логических деревьев событий при обосновании безопасности опасных производственных объектов
Р. Е. Васильков, ЗАО «Центр аварийно-спасательных формирований», г. Новомосковск
Н. М. Кочетов, Новомосковский институт повышения квалификации
- 70 Интегральная оценка бюджетных рисков
В. В. Гамукин, Тюменский государственный университет, Национальный исследовательский Томский государственный университет
- 82 Выбор оптимальной стратегии уменьшения риска аварий и инцидентов на опасных производственных объектах с помощью нечеткого многокритериального анализа
С. В. Глухов, А. В. Глухов, ООО «ВолгоУралНИПИгаз», г. Оренбург

Чтобы помнили

- 86 Применение геоинформационных технологий мониторинга для оценки опасностей и рисков
Г. М. Нигметов, К. В. Корнеев, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва
- 92 Аннотации статей на английском языке
- 94 Инструкция для авторов

Стоимость статистической жизни и цена риска

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Мы живем в мире, где постоянно что-то происходит: падают лифты, краны и самолеты, сходят с рельс поезда, переворачиваются автобусы и маршрутки, взрываются АЗС, горят заводы, прорываются трубы, рушатся дома, обваливаются шахты — список можно продолжать бесконечно. Стоит заглянуть в раздел «Хроника аварий» официального сайта НССО (Национального союза страховщиков ответственности), и картина предстанет во всем своем масштабе.

Как правило, в новостях о трагедиях вслед за соболезнованиями сообщается об оказании материальной поддержки и различных компенсационных выплатах. И тут возникает закономерный вопрос: а какова вообще стоимость жизни человека в России?

Вопрос оценки стоимости среднестатистической жизни человека тем актуальнее, чем выше риски. Сегодня мы беседуем на эту тему с главным редактором журнала Андреем Александровичем Быковым, доктором физико-математических наук, профессором, заслуженным деятелем науки РФ, вице-президентом Российского научного общества анализа риска.

— Андрей Александрович, тема стоимости человеческой жизни вам хорошо знакома, вы в разное время уже посвящали ей свои аналитические статьи и монографии. Скажите, она как-то развивается?

— Давайте сразу уточним, что речь пойдет о жизни именно статистического человека, а не о конкретной жизни индивидуума. Вот что писали в советское время: «Во сколько оценить человека? Вопрос звучит нелепо, а между тем американские экономисты с точностью до доллара определяют стоимость новорожденного... Для нас аксиома: жизнь человеческая бесценна. Нам чужды цинично стоимостные подходы к людям».

Отказываться ли в таком случае от вредных производств и опасных технологий, от видов спорта с повышенным риском и многого другого? А как быть с пагубными привычками? Ведь мирятся же с возможностью преждевременно умереть,

погибнуть или получить травму, полагая, что этот риск перекрывается получаемыми при этом преимуществами, такими как комфорт, скорость, знания, дополнительные материальные блага, захватывающие ощущения и пр. Само существование профессий, связанных с высокой вредностью и опасностью, говорит о том, что дополнительные блага на таких работах (ранний выход на пенсию, высокая заработная плата) могут перекрывать возможные отрицательные последствия для жизни и здоровья работы на вредных и опасных производствах.

Налицо противоречие: с одной стороны, человеческая жизнь не может быть оценена конечной денежной суммой, а с другой стороны, ее можно сопоставить с благами, ценность которых имеет конечное денежное выражение. Если вам встретилось противоречие, ищите более тонкое различие, советовал американский философ Уильям Джеймс.

В действительности противоречие легко устраняется, если мы разграничим два понятия: жизнь конкретного человека и жизнь статистического человека. Или более кратко: индивидуальная жизнь и статистическая жизнь.

Утверждая, что жизнь бесценна, имеют в виду жизнь конкретного человека, который непременно умрет, если не принять мер. Вопрос не стоит: стоит или не стоит его спасать, какой бы суммой ни выражалась стоимость его спасения. Стоит! Поскольку нет такой суммы, в которой можно было бы выразить ценность его жизни. Здесь уместно привести слова, сказанные С. К. Шойгу еще на посту министра МЧС России: «Наша главная задача — обеспечение безопасности жизни каждого человека, и ради этого мы постоянно тренируемся и совершенствуем свое мастерство, модернизируем парк спасательной техники и оборудования, повышаем эффективность систем управления. Но свою работу мы считаем успешной только при одном условии — если благодаря нашим действиям удалось спасти человека. Одного, десять, сто — для нас не имеет значения. Во имя их безопасности, спокойствия и стабильности мы работаем и живем».

Так что если конкретному человеку грозит опасность, ценность его жизни не должна сводиться к денежной сумме. Нельзя стоять с калькулятором в руке и подсчитывать затраты на его спасение. Но при допустимом или приемлемом риске для жизни ценность статистической жизни — конечная, которую можно выразить в денежном исчислении. В то же время следует понимать, что далеко не все затраты, сулящие снижение риска для жизни и здоровья, экономически возможны. Поэтому требовать снижения риска для жизни любыми средствами — значит заблуждаться, терять чувство реальности, руководствоваться эмоциями, а не логикой. Реально существует некоторый предел средств, выше которого их расходование становится нецелесообразным при определенном уровне экономического развития. Оптимальная же величина расходования средств на снижение риска для жизни и здоровья может быть определена с использованием показателя стоимости статистической жизни.

— На сегодняшний день показатель стоимости среднестатистической жизни человека в России что из себя представляет?

— Следует оговориться, о каком показателе идет речь. Дело в том, что следует различать как минимум две разновидности показателя стоимости статистической жизни человека. Критерием здесь выступает целеполагание. А именно: один из показателей следует использовать в целях установления уровня компенсационных выплат родственникам погибших, например, при чрезвычайных ситуациях, другой — при проведении оптимизационного экономического анализа мер и мероприятий, направленных на повышение уровня безопасности и снижение риска того или иного вида деятельности или риска чрезвычайных ситуаций. Чтобы различать эти показатели, назовем их «компенсационная стоимость» и «оптимизационная стоимость» соответственно. При этом оптимизационная стоимость, как правило, в несколько раз больше компенсационной. Причин здесь несколько.

Первой служит временной фактор. Когда говорят о компенсационных выплатах, то имеют дело уже со свершившимся к настоящему моменту времени фактом наступления смерти. При проведении оптимизационного анализа количественно оценивают предотвращенный ущерб, который выражается снижением возможности наступления опасных для жизни человека событий или смягчением их последствий, что в конечном итоге свидетельствует о вложении средств в спасение жизни людей, в предотвращение смертных случаев в будущем. То есть положительный эффект здесь может быть существенно отдален во времени. А если это так, то следует учитывать изменение ценности денег во времени, то есть применять процедуру дисконтирования — приведение к единому времени разновременных доходов и затрат. Дисконтирование оптимизационной стоимости к нулевому моменту времени в количественном отношении делает ее эквивалентной компенсационной стоимости.

Вторая причина носит практический, я бы даже сказал прагматический, характер. Дело в том, что если бы экономическая оптимизация необ-

ходимых или дополнительных мер безопасности, мероприятий, направленных на снижение риска для жизни, производилась с использованием в расчетах компенсационной стоимости, то в подавляющем большинстве случаев следовал бы вывод об экономической нецелесообразности их применения. Вот почему в стихийно сложившейся практике в экономически развитых странах при проведении оптимизации мер безопасности применяется количественное значение стоимости жизни статистического человека, в несколько раз превышающее средний размер компенсационных выплат родственникам погибших, осуществляемых в судебном или внесудебном порядке. Например, оптимизационная стоимость статистической жизни, применяемая в различных отраслях американской экономики, имеет очень широкий диапазон и достигает в ряде отраслей почти 20 млн долл., а средний уровень компенсационных выплат находится в диапазоне от 500 тыс. до 1 млн долл., хотя в исключительных случаях этот уровень был выше. Например, родственники погибших от теракта 11 сентября 2001 г. в США получили в среднем около 1,5 млн долл. Достаточно крупные суммы из расчета на одного погибшего (1,85 млн долл. США) были выплачены семьям погибших при гибели самолета а/к Pan American над Локерби в 1988 г. В отдельных случаях выплаты достигали 10 млн долл. на семью.

В сопоставимых ценах семьи погибших от терактов в России, в Москве (в жилых домах в 1999 г., на Пушкинской площади в 2000 г. и в театре на Дубровке в 2002 г.) получили всего от 1 тыс. до 3 тыс. долл.

В нашей стране 1 января 2012 г. вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2010 г. № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте». В статье 8 данного закона установлен размер страховой выплаты, а именно: «В случае причинения вреда жизни или здоровью потерпевшего размер страховой выплаты составляет:

1) два миллиона рублей — лицам, имеющим право в соответствии с гражданским законода-

тельством на возмещение вреда в случае смерти каждого потерпевшего (кормильца);

2) сумму, необходимую для возмещения расходов на погребение, — лицам, понесшим эти расходы, но не более 25 тысяч рублей;

3) сумму, определяемую исходя из характера и степени повреждения здоровья по нормативам, устанавливаемым Правительством Российской Федерации, — потерпевшим, здоровью которых причинен вред, но не более двух миллионов рублей.»

Таким образом, размер страховых компенсационных выплат в соответствии с ФЗ № 225 составляет 2,025 млн руб. на одного погибшего при возникновении аварии на опасном объекте. На таком же уровне были осуществлены выплаты пособий семьям погибших в авиакатастрофах, при наводнении в Краснодарском крае в 2012 г. и т. д.

Следует подчеркнуть сокращающийся, но все еще сохраняющийся разрыв в размерах выплат пособий семьям погибших при авариях и чрезвычайных ситуациях в России и развитых странах, который нужно сокращать. Может возникнуть обоснованный вопрос о реальности увеличения в обозримом будущем в 3—5 раз размера пособия родственникам погибших при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера и достижения рекомендованного Российским научным обществом анализа риска диапазона 7÷10 млн руб.

По мнению чл.-корр. РАН Б.Н. Порфирьева, такое увеличение вполне возможно. Один из его аргументов в пользу этого связан с характерной для последнего десятилетия тенденцией к значительному росту размера такого рода пособий. В частности, пособия, назначенные семьям жертв наводнения в Геленджике, Крымске и Новороссийске в 2012 г., в 78 раз превысили пособия семьям погибших от урагана в Москве в 2001 г.; размеры выплаты таких пособий семьям погибших при катастрофах самолета ТУ-154 в 2010 г. в Сургуте и в 2001 г. под Иркутском различались в 11 и более раз. Другой довод — необходимость развивать страхование жизни, масштабы и глубина проникновения которого в России значи-

тельно отстают не только от развитых стран, но и от ряда стран с переходной экономикой. В целом конкретные суммы выплат по программам страхования жизни семьям погибших российскими страховыми компаниями пока во много раз меньше, чем в США, и измеряются несколькими десятками тысяч долларов, а, например, американские солдаты, воевавшие в Ираке, были застрахованы на 250 тыс. долл. каждый. Данный разрыв также нужно преодолеть в сжатые сроки, чтобы лучше сберечь человеческие жизни и материальные ценности, не проиграть конкурентам страховой рынок и снизить нагрузку на консолидированный бюджет России. Это позволит помимо прочего расширить возможности государства по увеличению размеров пособий семьям погибших при чрезвычайных ситуациях в случаях, когда механизм страхования бессилен.

Наконец, говоря о различиях показателей оптимизационной и компенсационной стоимости жизни статистического человека, следует указать и на разные теоретические подходы и методы, используемые для обоснования и установления количественных значений этих показателей. Они базируются соответственно на концепции альтернатив в экономической теории, теории полезности или благосостояния, сравнительном подходе (международных сопоставлениях). В вышедшей в 2014 г. в издательстве «Анкил» моей монографии «Цена риска как экономический регулятор уровня безопасности: актуарные модели оценки стоимости статистической жизни» приведен обзор и критический анализ подходов и методов, применяемых в исследованиях по экономической оценке жизни среднестатистического человека — цене риска. В ней представлен аналитический обзор оценок данного показателя, проделанных отечественными и зарубежными авторами с использованием теории полезности, актуарного подхода, международных сравнений, социально-экономического анализа предпочтений потребителей и исследований рынка труда.

Применение разных методов, естественно, даст разные результаты. Поэтому очень важно понимать, что мы имеем дело с двумя показателями — оптимизационным и компенсационным,

и обоснованно выбирать адекватный данному показателю метод. И здесь в основе применения разных методов может быть разделение по критерию целеполагания. А именно: в целях установления компенсационных выплат в случае смерти более адекватными представляются оценки, получаемые при использовании определенных аннуитетных актуарных моделей и методов теории полезности, а для проведения экономических процедур оптимизации безопасности и риска — результаты применения специальных актуарных моделей пожизненного страхования, социально-экономических исследований и исследований рынка труда.

Именно такая дифференциация целеполагания присутствует в рекомендациях 2007 г. Российского научного общества анализа риска, вошедших в Декларацию «Об экономической оценке жизни среднестатистического человека», в которой рекомендуемый диапазон значений оптимизационной стоимости среднестатистической жизни человека составляет 30—40 млн руб. (2005 г.).

Отмечу, что в упомянутой выше монографии обосновываются две базовые актуарные модели и вытекающие из них алгоритмы расчета стоимости статистической жизни. По первой (аннуитетной) модели рекомендуется рассчитывать величину компенсационной стоимости, которую можно использовать для определения уровня компенсаций семьям погибших при чрезвычайных ситуациях, а также установления уровня компенсаций и страховых сумм выплат при возникновении несчастных случаев со смертельным исходом в различных отраслях экономики. По второй модели (пожизненного страхования) рекомендуется рассчитывать величину оптимизационной стоимости, значение которой следует использовать при оптимизации затрат на реализацию системы мероприятий, направленных на снижение риска и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций, проведению превентивных мероприятий по снижению риска, оптимизации системы мер, направленных на совершенствование организации и технологий обеспечения безопасности в различных отраслях экономики.

В книге рассмотрены также возможные модификации основных актуарных моделей и при-

водятся результаты расчетов компенсационной и оптимизационной стоимости жизни статистического человека для экономики России в целом и по отраслям. Расчеты выполнены для людей трудоспособного возраста и для возраста среднестатистического человека, а также выполнены усредненные по полу и возрасту оценки. При этом процедура усреднения выполнена двумя способами.

О чем свидетельствуют результаты расчетов? Компенсационная стоимость жизни статистического человека, которая может быть взята за основу для установления размера компенсаций семьям погибших при чрезвычайных ситуациях этой величины, укладывается в диапазоне от 3,5 до 6,5 млн руб. для трудоспособного возраста. Рекомендуемое значение для среднестатистического человека по состоянию на 2012 г. составляет 5 млн руб. Аналогичное значение для 2005 г. составляло бы 2,7 млн руб.

Диапазон изменения средних оценок оптимизационной стоимости статистической жизни занятых в экономике на 2012 г. составлял 50÷77 млн руб. для экономики в целом с центральным рекомендуемым значением около 60 млн руб., а для 2005 г. — 17÷30 млн руб. Диапазон средних значений оптимизационной стоимости статистической жизни занятых в разных отраслях экономики по состоянию на 2012 г. варьировался примерно от 30 млн до 130 млн руб. с центральным значением этого диапазона примерно 80 млн руб. Аналогичные оценки для 2005 г. дают вариацию от примерно 10 млн руб. до примерно 60 млн руб., с центральным значением данного диапазона около 35 млн руб. Последнее значение очень хорошо согласуется с рекомендациями 2007 г. Российского научного общества анализа риска по оптимизационной стоимости жизни среднестатистического человека, точнее по рекомендуемому диапазону 30—40 млн руб.

— То есть показатель растет. Чем это объясняется?

— Постараюсь пояснить на примере чуть более подробного рассмотрения подхода для расчета компенсационной стоимости среднестатисти-

ческой жизни, основанного на представлениях теории полезности, в соответствии с которой задается определенным способом функция экономической или общественной полезности человека для общества. В частности, используется предположение о том, что общественную полезность человека можно измерить с помощью среднегодовых доходов населения. При этом, явно или неявно, вводится гипотеза, в соответствии с которой экономическая полезность индивида для общества отождествляется с доходом или его частью, который он извлекает для себя. При таком подходе среднегодовой доход на человека есть количественная характеристика общественной полезности среднестатистического человека.

В классических моделях применяются детерминированные расчеты, в актуарных моделях учитывается случайный характер наступления смерти. Например, в аннуитетной актуарной модели предполагается, что если, например, произошла чрезвычайная ситуация, которая привела к смертельному исходу, то, согласно философии теории полезности, государство недополучает доход, связанный с возможной экономической активностью данного человека, в том случае, если бы он остался жив и продолжал трудиться, принося и далее обществу доход, равный тому, который он извлекал бы для себя. И этот недополученный доход может быть представлен в виде бессрочной ренты, стоимость которой определяется через нетто-премию пожизненного аннуитета, причем возрастающего, поскольку статистика свидетельствует о росте среднедушевых доходов населения в последние 10—15 лет.

Эта динамика роста среднедушевых доходов населения и обуславливает главным образом рост значения показателя компенсационной стоимости среднестатистической жизни в 2012 г., например, по сравнению с 2005 г. Другим фактором, влияющим на данный показатель, служит уровень инфляции. Чем он ниже, тем меньше ставка дисконтирования, тем большее значение компенсационной стоимости статистической жизни будет получаться, и в динамике при снижении уровня инфляции будет наблюдаться более быстрый рост значения стоимости среднестатистической жизни.

Однако последний инфляционный фактор действует обратным образом в отношении оптимизационной стоимости, которая может быть оценена на основе второй базовой актуарной модели пожизненного страхования. В этой модели государство можно условно представить как огромного страховщика, собирающего годовые премии с каждого члена общества, равные среднему годовому доходу, и в случае смерти выплачивающего сумму, равную стоимости среднестатистической жизни. В отличие от первой модели, где предполагается расчет недополученного дохода на текущий момент времени, здесь рассматривается виртуальная ситуация, в которой величина недополученного дохода отождествляется с периодической возрастающей нетто-премией, вносимой «государству-страховщику», возвращающего страховую сумму в момент смерти в будущем. Страховая сумма определяет стоимость статистической жизни, эквивалентную накопленному к моменту смерти недополученному доходу. В этой модели рост доходов будет обеспечивать возрастание стоимости статистической жизни, а снижение инфляции будет приводить через ставку дисконтирования к снижению (в будущем) стоимости статистической жизни. Отмечу, что в пределе при полном отсутствии инфляции оптимизационная стоимость жизни статистического человека становится равной компенсационной.

— И все же как рассчитывается стоимость среднестатистической жизни человека в нашей стране? Из чего она складывается?

— Отвечая на этот вопрос, придется коснуться критического анализа недостатков методических подходов, используемых в системе Роспотребнадзора и Ростехнадзора, для установления ведомственного нормативного значения показателя стоимости среднестатистической жизни. В частности, авторы «Методических рекомендаций по экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания» Роспотребнадзора применительно к экономической оценке риска потери жизни индивидом его среднюю цену в Рекомендациях рассчитывают по формуле, представляющей собой сумму двух

слагаемых, первое из которых — субъективная компонента, отражающая субъективные восприятие и оценку индивидом риска преждевременной смерти, учитывающая физический и психологический дискомфорт и интересы самого человека, его родных и близких независимо от его полезности для общества. Эта компонента количественно определяется на основе специальных опросов. Второе слагаемое — объективная компонента, которую авторы определяют на основе статистических данных как разность между максимальной и фактической полезностью по формуле, учитывающей ВВП на душу населения, среднегодовую заработную плату или среднегодовой прожиточный минимум, среднюю продолжительность жизни человека, максимальную продолжительность экономической активности (занятости) в соответствии с трудовым законодательством.

Отмечу, что, как доказал в одной из своих критических статей цитированный выше Б.Н. Порфирьев, если воспользоваться предложенным в Рекомендациях алгоритмом, экономическая полезность преждевременно ушедших из жизни москвичей оказывается отрицательной при превышении среднего возраста умерших мужчин 37 лет, а москвичек — всего 17 лет. При одновременном же выполнении условий экономическая полезность преждевременно ушедших из жизни жителей Москвы в целом оказывается величиной отрицательной, что противоречит здравому смыслу, хотя сама ситуация превышения соответствующего возраста вполне реалистична. Это противоречие доказывает ошибочность предлагаемых Рекомендациями базовых формул.

На мой взгляд, очевидно, что т. н. субъективная компонента есть не что иное, как показатель стоимости среднестатистической жизни, получаемый с помощью методов оценки готовности платить, т. е. социально-экономических исследований или исследований рынка труда. Объективная компонента, если отвлечься от всех неточностей математического формализма Рекомендаций Роспотребнадзора, — это показатель стоимости среднестатистической жизни, получаемый на основе подходов теории полезности или более точных актуарных подходов. Другими словами, первая

компонента — оптимизационная стоимость, вторая — компенсационная. Суммировать оценки, получаемые этими методами, нельзя, т. к. методы применяются при различном целеполагании.

Не меньше претензий как к методологии, математическому аппарату, так и к используемой системе слагаемых, предлагаемых в методических документах Ростехнадзора для оценки стоимости среднестатистической жизни, чему посвящен специальный раздел в цитированной выше книге.

— То есть можно признать, что сегодня стоимость жизни в России занижена?

— Факты говорят о том, что компенсационная стоимость среднестатистической жизни, установленная ФЗ № 225, составляет 2,025 млн руб. на одного погибшего при возникновении аварии на опасном объекте, что отражает уровень 2005 г.,

когда закон только задумывался и готовилась первая редакция. По состоянию на 2012 г., когда этот закон вступил в силу, справедливой стоимостью уже следовало бы признать 5 млн руб. Сегодня эта величина еще выше.

— Так не пора ли что-то менять?

— Давно назрела необходимость ввести на федеральном уровне и по отраслям нормативные значения оптимизационной стоимости статистической жизни. Поэтому при всех методических недостатках документов Роспотребнадзора и Ростехнадзора, о которых говорилось выше, я бы позитивно оценил само стремление этих ведомств определить методические подходы, с помощью которых можно установить отраслевое нормативное значение стоимости статистической жизни.

ВЕДУЩИЙ РОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ПО АНАЛИЗУ РИСКОВ



Периодичность: 1 раз в 2 месяца.

ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА РИСКА

В издании публикуются междисциплинарные научные и прикладные материалы, посвященные анализу рисков различного происхождения и характера: природного, техногенного, экологического, политического, страхового, финансового и др. Журнал внесен в перечень изданий, рекомендованных ВАК для опубликования результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Специалистам-практикам, чья деятельность связана с анализом рисков; специалистам научных организаций; учащимся и преподавателям учебных заведений.

ВНИМАНИЕ, ПОДПИСКА!

ПОДПИСНОЙ КУПОН на 2016 год

Проблемы анализа риска

Индексы: «Роспечать» — 71219, каталог «Пресса России» — 15704.

печатная версия

электронная версия

Количество экземпляров:

Период подписки:

полугодие

год

Вид доставки:

курьером (только по Москве)

почтой (заказным письмом)

Стоимость подписки

печатная версия: 4 500 руб. — за I полугодие;

4 500 руб. — за II полугодие;

9 000 руб. — за год;

электронная версия: 3 600 руб. — за I полугодие;

3 600 руб. — за II полугодие;

7 200 руб. — за год.

Наименование организации

Юридический адрес

Адрес доставки

ИНН/КПП

Телефон (с кодом города)

Факс

ФИО (полностью) сотрудника,
ответственного за подписку

Пожалуйста, заполните все поля подписного купона и пришлите его по факсу (495) 787-52-26.

Также вы можете оформить подписку по телефону: (495) 787-52-26; на сайте: www.dex.ru; по e-mail: journal@dex.ru.

Издательский дом «Деловой экспресс» — многопрофильная издательская компания, работающая на рынке полиграфических услуг с 1993 года.

Что мы делаем

- Создаем корпоративные и ведомственные издания.
- Издаем книги.
- Разрабатываем web-сайты.
- Изготавливаем традиционные бизнес-подарки в необычном исполнении.
- Издаем годовые отчеты и бизнес-полиграфию.
- Придумываем и разрабатываем логотипы и фирменные стили.

«Деловой экспресс» стремится стать лучшим поставщиком полиграфических решений для самых взыскательных клиентов.

Издательский дом

**ДЕЛОВОЙ
ЭКСПРЕСС**

www.dex.ru

УДК 311.2:314

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Стоимостная оценка социального ущерба, вызванного аварией, и безопасность сооружений

И. Н. Иващенко,
НИИ энергетических сооружений, г. Москва

К. И. Иващенко,
НТЦ «Гидротехбезопасность», г. Москва

Аннотация

Рассмотрены современные методы оценок экономического эквивалента стоимости человеческой жизни (VSL). Показано, что методы, основанные на определении готовности платить (WTP), в настоящее время преобладают. На основе анализа зарубежных и отечественных публикаций сформулированы конкретные предложения по определению стоимости жизни и применению полученных результатов при экономическом обосновании проектов сооружений и мероприятий по обеспечению их безопасности. Отмечена возможность оценки при этом эффективности работы служб спасения и эвакуации людей из опасных зон при аварии сооружений. Даны также рекомендации по практической реализации оценок стоимости жизни на основе применения современных информационных технологий. Приведены примеры практического применения указанных рекомендаций, в т. ч. для Чехии, близкой к нашей стране по менталитету населения.

Ключевые слова: социальный ущерб, безопасность сооружений, риск аварии, ущерб от аварии, стоимость жизни, методы оценки, готовность платить, информационные технологии.

Содержание

Введение

1. Современные методы оценки стоимости жизни
2. Результаты исследований и регламентация стоимости жизни в различных странах
3. Перспективные методы и результаты исследований стоимости жизни
4. Предложения по оценке стоимости жизни в России
5. О практическом использовании приведенных оценок стоимости жизни
6. О перспективах исследований экономического эквивалента стоимости жизни

Заключение

Литература

Введение

Стоимостная оценка жизни среднестатистического человека (стоимость жизни) является наиболее важной составляющей социального ущерба от возможной аварии сооружения. Стоимость жизни необходима для регулирования риска возможной аварии и обеспечения необходимого уровня безопасности сооружения. Экономический эквивалент стоимости жизни активно применяется в современном экономическом методе анализа затрат и выгод (cost benefit analysis — CBA). Указанный метод составляет суть расчетов, выполняемых при экономическом обосновании проектов сооружений в соответствии с Постановлением Правительства от 16 февраля 2008 г. № 87 [1]. Применительно к пробле-

ме оценки и регулирования уровня безопасности сооружений при оценке стоимости жизни целью является определение суммы затрат, необходимых для предотвращения (уменьшения) риска гибели и ранения людей. Именно в этом смысле следует понимать такие термины, как «стоимость жизни» или «цена жизни» — в зарубежных публикациях наиболее часто встречается термин *value of a statistical life (VSL)*.

В то же время оценка стоимости спасенных жизней дает возможность учета предотвращенного ущерба при проектной оценке выгод от строительства или реконструкции сооружения. Безопасность сооружения весьма существенно зависит от четкой работы службы раннего предупреждения о возможной аварии, служб спасения и эвакуации людей из зоны возможного поражения и их жизнеобеспечения. Оценки предотвращенного социального ущерба от возможной аварии дают основу для экономической оценки (в т. ч. в соответствующих разделах экономических расчетов) эффективности работы служб мониторинга, а также служб МЧС в процессе эксплуатации опасного производственного объекта (ОПО).

В настоящее время в России нет официальной регламентации методов и оценок стоимости жизни. Принципиальная возможность оценок стоимости жизни, предусмотренная ФЗ-225 [2], безусловно, очень полезна. Однако регламентированные Федеральным законом № ФЗ-225 суммы обязательной страховой компенсации в связи с гибелью, вредом для здоровья или нарушением условий жизнедеятельности человека не превышают 4,5 млн рублей и несопоставимы как с мировой практикой, так и со стоимостными оценками других составляющих вероятного вреда от аварии сооружения.

1. Современные методы оценки стоимости жизни

Методы оценки стоимости жизни, применяемые в современной мировой практике, основаны главным образом на оценке человеческого капитала и на оценке готовности платить.

Теория человеческого капитала (human capital — HC) оценивает полезность человека для общества в зависимости от объема материальных и нематериальных ресурсов, которые человек может создать.

Для стоимостной оценки человеческого капитала применяются в основном два способа: затратный и доходный.

В соответствии с затратным способом оцениваются комплексные (предыдущие) затраты на формирование человеческого капитала: расходы на воспитание человека до достижения им трудоспособного возраста, на образование, повышение трудовой квалификации, интеллектуального и творческого потенциала, здравоохранение и безопасность. Эти инвестиции ставят своей целью повышение эффективности как отдельного человека, так и общества в целом и увеличение соответствующих доходов в будущем.

Альтернативный затратному доходный метод оценивает человеческий капитал, суммируя величину доходов на протяжении всего периода экономической активности человека. Данный метод более популярен, в том числе в связи с использованием рыночных ставок заработной платы.

В 2009 г. по решению OECD на основе одного из вариантов доходного метода (метод D.W. Jorgenson, and B.M. Fraumeni) выполнены оценки запасов человеческого капитала для 15 стран [3]. Расчеты охватывали период с 1997 по 2007 г., а в качестве центрального был выбран 2006 г. Полученные оценки человеческого капитала составили сотни тысяч USD (2006). Соотношение человеческого капитала и валового внутреннего продукта (ВВП) стран с хорошим приближением описывается линейной зависимостью. Оценки человеческого капитала для нашей страны, выполненные Р.И. Капелюшниковым [4] на основе аналогичной методики, составили 6 млн рублей (2010).

Оценка стоимости жизни человека как в затратном, так и в доходном варианте, безусловно, полезна для анализа состояния и потенциала экономики страны, перспектив и прогнозов ее развития. Однако человек оценивает свою жизнь не только с позиции своей пользы для общества.

Методы, основанные на оценке готовности платить (willingness to pay — WTP). Выделение материальных и финансовых ресурсов для обеспечения безопасности и уменьшения риска аварии неизбежно связано с ограничением затрат на какие-то другие потребности общества. Готовность общества (и отдельных его членов) к выделению указан-

ных ресурсов, т. е. готовность платить, и определяет в конечном счете стоимость человеческой жизни. Методы, основанные на определении экономического эквивалента готовности платить, в настоящее время преобладают.

Метод, ставший стандартом для расчета стоимости статистической жизни, был сформулирован Jacques Drèze в его работе (1962) «Социальная ценность человеческой жизни» [5]. Автор рассматривал готовность платить человека в связи с его потребностью в обеспечении безопасности. Указанная готовность часто выражена неявно, но четко проявляется в поведении и принятии различных решений. В результате анализа результатов детальных социологических и экономических исследований установлено, что для оценки стоимости жизни (VSL) может быть применено соотношение:

$$VSL = d (WTP) / dp, \quad (1)$$

где p обозначает риск смерти в течение рассматриваемого периода, WTP — готовность человека заплатить за уменьшение вероятности смерти на величину dp .

Практическое определение сумм, эквивалентных готовности платить, определяется в большинстве случаев методами заявленных предпочтений (stated preference — SP) и выявленных предпочтений (revealed preference — RP). Оба этих метода широко используются также в экономике, экологических исследованиях, здравоохранении, на транспорте. Метод SP реализуется различными способами: а) непосредственным опросом респондентов о готовности платить за уменьшение риска смерти (преимущественно лицом к лицу, а также путем анкетирования, сбора информации по Интернету, телефону или по почте); б) на основе моделирования предпочтений респондентов. Метод RP основан на косвенном изучении индивидуального рыночного поведения людей, где цены отражают готовность принять тот или иной уровень риска. Так, в частности, на рынке труда уровень заработной платы может существенно зависеть от риска заболевания или смерти на тех или иных предприятиях. На рынке сбыта продукции решения людей также могут зависеть от уровня безопасности, обеспечиваемого тем или иным предлагаемым товаром.

2. Результаты исследований и регламентация стоимости жизни в различных странах

Исследования стоимости жизни в 38 странах мира были выполнены при финансовой поддержке Европейского Союза в рамках «ОЕСД Проекта 2008—2011» [6]. Основной объем исследований в европейских странах, а также в Канаде и Австралии выполнен SP-методом (главным образом путем непосредственного опроса респондентов). RP-метод традиционно применяется в США (в основном по данным обследования рынка труда). Оценки готовности платить за незначительное уменьшение риска смерти получены в трех основных категориях риска: охраны окружающей среды, здравоохранения и транспорта.

По итогам выполнения проекта ОЕСД [6] для взрослого населения 27 стран ЕС предложены для практического использования оценки VSL в диапазоне 1,8—5,4 млн USD (2005) с базовым значением 3,6 млн USD (2005). Отметим, что здесь и далее по тексту оценки VSL и валового внутреннего продукта на душу населения (ВВП), представленные в долларах США (USD), пересчитаны по паритету покупательной способности (ППС) конкретной страны.

Страны, для которых были получены оценки VSL, весьма существенно отличаются по финансовому положению, этническому составу и социальному статусу населения, а также по ряду других как количественных, так и качественных показателей. Поэтому результаты характеризуются весьма большим разбросом оценок стоимости жизни — от 4,5 тыс. USD до 230 млн USD и малопригодны для оценки возможного социального ущерба при аварии конкретного сооружения.

Дальнейшие уточнения оценок VSL целесообразно выполнять для более узких и однородных групп респондентов. Так, в частности, определение стоимости жизни в США проводится независимо для разных сфер деятельности и регламентируется на уровне министерств. На федеральном уровне сформулированы принципиальные подходы к оценке VSL и их применению в экономических расчетах (cost — benefit analysis) [7], а также указан рекомендуемый диапазон оценок VSL — от 5 до 8 млн USD (2009) [8].

Рекомендации нормативных документов различных стран по оценке стоимости жизни (VSL)

Таблица 1

Страна, союз стран	Австралия ¹	Великобритания ²	Канада	Норвегия ⁴	Швеция ⁵	США	Евросоюз [6]	Япония ⁷
VSL, валюта страны	4,2 млн AUD (2014)	1,65 млн GBP (2010)	5,8 млн CAD (2002) ³ 6,5 млн CAD (2007) ⁶	30 млн NOK (2012)	22 млн SEK (2012)	5—8 млн USD (2009) [8] 9,2 млн USD (2012) [9]	3,6 млн USD (2005)	206—505 млн ¥ (2007)
VSL, млн USD	3,78 (2014)	2,54 (2010)	3,69 (2002) 6,63 (2007)	5,15 (2012)	3,24 (2012)	5—8 (2009), 9,2 (2013)	3,6 (2005)	1,75—4,29 (2007)
ВВП, USD [10]	44 612	35 924	30 632 (2002) 39 226 (2007)	66 358	43 869	47 001 (2009), 52 980 (2013)	27 708	33 319

¹ Australian Government. Department of the Prime Minister. Best Practice Regulation Guidance Note. Value of statistical life. 2014.

² U.K. Department for Transport (DfT). Transport Analysis Guidance (TAG). The Accidents Sub-Objective. TAG Unit 3.4.1. London, January 2014.

³ Canadian Cost-Benefit Analysis Guide: Regulatory Proposals. Treasury Board of Canada Secretariat. 2007.

⁴ Norwegian Ministry of Finance. Cost-Benefit Analysis. NOU 2012.

⁵ ASEK (Arbetsgruppen samhällsekonomiska kalkyler). The Swedish Transport Administration, Borlänge. 2012.

⁶ Government of Canada. PRI Project, Regulatory Strategy. Chestnut, L. G., & De Civita, P. Economic valuation of mortality risk reduction: Review and recommendations for policy and regulatory analysis. 2009.

⁷ Naomi Miyazato. Estimating the Value of a Statistical Life Using Labor Market Data. The Japanese Economy, vol. 38, no. 4, Winter 2011—12, pp. 65—108 — дана ссылка на Cabinet Office (2007).

Оценки стоимости жизни ряда стран с развитой экономикой, представленные в табл. 1, составляют несколько миллионов долларов США.

Регламентированные оценки VSL (см. табл. 1) на порядок выше уровней человеческого капитала. Высокий уровень полученных оценок нельзя не учитывать применительно к оценкам стоимости жизни в нашей стране.

Уточнение оценок VSL для более узкой и однородной группы респондентов (в основном автомобилистов стран Европы) реализовано в докладе [11]. Работа финансировалась и опубликована генеральным директором по транспорту и энергетике Европейской комиссии. Конечная цель работы — экономическая оценка эффективности мер безопасности дорожного движения на основе применения метода анализа затрат и выгод (cost benefit analysis — CBA). Зависимость стоимости жизни (VSL) от ВВП, полученная для 21 страны Европы, представлена на рисунке.

Как следует из анализа графика (рисунок), зависимость VSL от ВВП в данном случае удовлетворительно описывается экспонентой. Отметим, однако, что такая ситуация наблюдается не всегда. Так, в работе [12], также анализирующей ситуацию на доро-

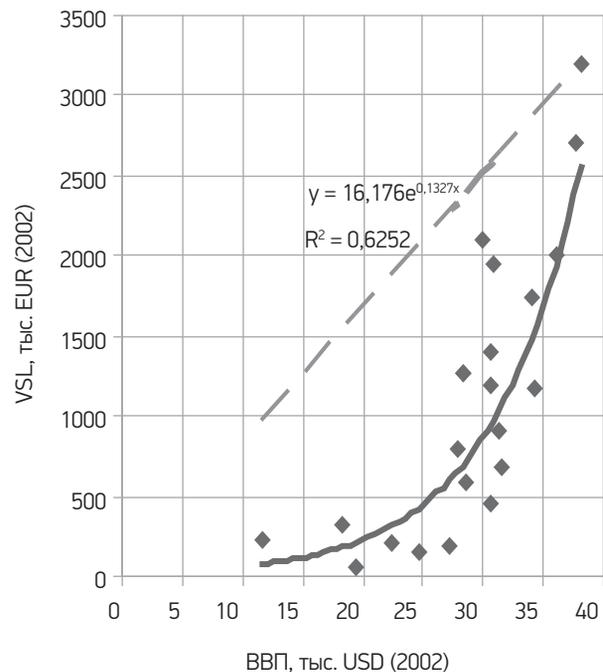


Рисунок. Зависимость стоимости жизни (VSL) от ВВП на душу населения (точки на графике соответствуют экспериментальным данным доклада [11]; R^2 — коэффициент детерминации)

гах Европейского Союза, указывается, что характер указанной зависимости для стран с более сильной и с более слабой экономикой различен. В частности, для стран Восточной Европы предлагается применять степенную зависимость VSL от ВВП с показателем степени, меньшим 1.

Расчетные оценки VSL для 21 страны Европейского Союза (см. пунктирный линейный график на рисунке) получены на основе пропорции:

$$VSL_1 / VSL_2 = ВВП_1 / ВВП_2, \quad (2)$$

которая, как известно, довольно часто используется в зарубежных расчетных оценках VSL.

В расчетах использованы наиболее высокие исходные значения VSL_1 и $ВВП_1$, относящиеся к США. Значения $ВВП_2$ характеризуют каждую из остальных 20 стран [10], а соответствующие им значения VSL_2 получены расчетом. Линейный график (см. рисунок), соответствующий уравнению (2), проходит выше данных, представленных в указанном докладе Европейской комиссии. Расчетные относительные оценки на основе соотношения (2) могут, по-видимому, давать приемлемые (или близкие к реальности) результаты применительно к странам с близкими социальными и экономическими условиями жизни. В то же время преимущество и необходимость прямых экспериментальных оценок VSL для условий жизни нашей страны достаточно очевидны.

В настоящее время в России нет официальной регламентации методов и оценок стоимости жизни. Известны отдельные публикации по данной теме [13—16]. Применительно к рассматриваемой проблеме регулирования риска и обеспечения безопасности сооружений прямых экспериментальных оценок стоимости жизни, насколько известно, в нашей стране до сих пор не проводилось. В целом оценки стоимости жизни, представленные в работах [13—16], не превышают 15 млн рублей [16].

Хорошо известны работы А. А. Быкова [17—20] и особенно подготовленная при его научном обосновании [18] и под эгидой Российского общества анализа риска «Декларация об экономической оценке жизни среднестатистического человека» [19]. В Декларации приведены следующие указания: «...Рекомендуемый Обществом диапазон значений

стоимости среднестатистической жизни человека для современных условий России составляет: 30—40 млн рублей...». В более поздней работе А. А. Быкова [20], опубликованной под редакцией члена-корреспондента РАН Порфирьева Б. Е. в 2014 году, рекомендованы уточненные оценки стоимости жизни: «... — от 10 до примерно 150 млн рублей для трудоспособного возраста, около 40 млн рублей для возраста среднестатистического человека и — почти 80 млн рублей в среднем для населения Российской Федерации в 2012 году. Поэтому можно рекомендовать следующий диапазон для установления нормативного значения этого показателя: 40—80 млн рублей. Рекомендуемым точечным значением может служить середина данного диапазона: 60 млн рублей».

К сожалению, весьма актуальная Декларация до сих пор не имеет статуса нормативного документа. В то же время целесообразно уже сейчас активно использовать указанные рекомендации хотя бы для ориентировочных оценок при экономическом обосновании проектов сооружений (в особенности применительно к мероприятиям по обеспечению безопасности людей в процессе эксплуатации сооружений).

3. Перспективные методы и результаты исследований стоимости жизни

Метод choice modelling — «моделирование выбора». В последнее время пристальное внимание уделяется группе SP-методов, в которых готовность респондентов платить за снижение риска гибели или материальных потерь выявляется на основе моделирования их предпочтений (метод choice modelling или choice experiment). Метод получил серьезное теоретическое обоснование, в том числе в работах нобелевского лауреата Daniel L. McFadden [21].

Согласно данной методологии (применительно к рассматриваемой проблеме безопасности сооружений) респонденты определяют свою оценку и осуществляют выбор из некоторого числа гипотетических (но реальных и четко определенных) вариантов тех или иных организационно-управленческих и технических решений по обеспечению безопасности и регулированию риска. Указанные варианты касаются, естественно, и финансовой

стороны соответствующих мер. Это позволяет производить оценку многомерных изменений в параметрах (атрибутах) решений и связанных с ними вариантов стратегии обеспечения безопасности.

Респонденты предварительно знакомятся с общей информацией о природе возможного риска, а также о текущем среднем уровне риска. В ходе исследования (эксперимента) каждый респондент получает на руки несколько карт, на которых представлены альтернативные варианты решений и их атрибуты. Предварительный выбор вариантов, уровни и диапазоны количественных или качественных вариаций атрибутов (в сравнении с текущими значениями) определяются, а затем уточняются группами экспертов. Каждая карта содержит несколько атрибутов решения (таких, как риск гибели или травм людей, разрушения домов, утраты сельхозпродукции, а также налога или денежной оплаты за реализацию мер по обеспечению безопасности, в том числе эвакуации из опасной зоны), а каждый атрибут — несколько возможных уровней его реального изменения. Выполняемый затем статистический анализ результатов полученных от респондентов оценок служит для определения готовности платить и стоимости жизни.

Метод *choice modeling* применен в ряде практических исследований для оценки готовности платить за снижение риска людских и материальных потерь.

В Нидерландах и во Вьетнаме исследовалась готовность платить за мероприятия, направленные на снижение риска смерти от наводнений. В Нидерландах [22] наводнение может быть вызвано прорывом защитных дамб, отгораживающих значительную часть территории страны от моря, а во Вьетнаме [23] — океанским ураганом. В Нидерландах исследование проводилось с помощью анкетирования по Интернету среди около 530 респондентов, проживающих в четырех регионах страны (октябрь–ноябрь 2008 г.). Исследование во Вьетнаме осуществлено путем опроса (интервью «лицом к лицу») среди сельских жителей (выборка из 30 домохозяйств) двух прибрежных районов провинции Нгеан (июнь — декабрь 2011 г.).

Полученная в результате исследования по методу *choice modeling* информация анализировалась

в итоге путем построения эконометрической модели множественной регрессии. Модель определяет отношения между WTP и различными атрибутами анализируемых управленческих и технических решений по обеспечению безопасности и регулированию риска. Расчеты по этой модели позволили вычислить готовность платить (WTP) за снижение риска наводнений. Предельное значение готовности платить WTP за снижение смертности интерпретировано как оценка статистической жизни (VSL) и примерно равно: для Нидерландов — 6,8 млн EUR (2008) и для Вьетнама — 212 тыс. EUR (2011).

В Чехии [24] метод *choice modeling* применен для оценки VSL на основе изучения готовности платить за мероприятия, направленные на снижение риска смерти от неблагоприятных изменений климата. Сопоставляемые варианты (представленные в форме анкет) характеризовались четырьмя атрибутами: размером снижения риска, повторяемостью эффекта снижения риска, последствием эффекта (действует ли эффект сразу или с задержкой) и, наконец, стоимостью, оплачиваемой ежегодно в течение каждого десятилетия. В исследовании участвовали респонденты из 5 крупных городов (790 по методике CAPI, т. е. путем личного интервью по сети Интернет, и 895 посредством рассылки анкет по сети — методика CAWI). Кроме того, по методике CAPI были взяты еще 1577 личных интервью респондентов из других, более мелких населенных пунктов. Подготовительно-организационные работы и тестирование методики выполнены в течение 2009—2010 гг. Применение современных компьютерных технологий позволило провести сбор материала весьма оперативно — с 11 августа по 18 сентября 2010 г. Итоговая оценка VSL составила 2,4 млн EUR (3,057 млн USD (2010)).

4. Предложения по оценке стоимости жизни в России

Размер экономического эквивалента стоимости жизни конкретизирован в данной работе, исходя из следующих соображений. Расчетные оценки VSL для России, представленные в табл. 2, определены путем пересчета оценок VSL, полученных по результатам исследований в различных странах. При этом предполагалось (по аналогии с приемом, исполь-

Расчетные оценки VSL для России, полученные на основе результатов исследований в различных странах

Таблица 2

Оценки VSL для различных стран (по результатам исследований)					Расчетные оценки VSL для России (по формуле (2))	
метод	страна	год	ВВП ₁ , USD [10]	VSL ₁ , млн USD	ВВП ₂ , USD [10]	VSL ₂ , млн USD
1	2	3	4	5	6	7
RP (в основном — рынок труда)	США	2009	47 001	5—8 [8]	19 367	2,06—3,30
RP (в основном — рынок труда)	США	2013	52 980	9,2 [9]	25 033	4,35
choice modeling	Нидерланды	2008	45 897	9,96 [22]	20 164	4,37
choice modeling	Вьетнам	2011	4717	0,297 [23]	22 570	1,42
choice modeling	Чехия	2010	27 051	3,057 [24]	20 498	2,32
RP, рынок труда	Индия ¹	2007	3523	0,364 [25]	16 649	1,72
RP, рынок труда	Польша ¹	2005	13 807	2,0—2,4 [26]	11 822	1,71—2,05

¹ Оценки VSL основаны на результатах изучения компенсационной надбавки к заработной плате рабочих за более тяжелые или опасные условия труда (в Индии опрошены 550 рабочих в Калькутте и 535 — в Мумбае; в Польше опрос проводился среди 408 рабочих Варшавы).

зованным в работах А. А. Быкова [18]), что в соответствии с формулой (2) отношение VSL для различных стран равно отношению соответствующих значений ВВП.

Учитывая отмеченный ранее экспоненциальный характер зависимости VSL от ВВП (см. рисунок), расчет VSL на основе более высоких (по сравнению с данными для России) значений VSL₁ и ВВП₁ может дать завышенную оценку. Использование более низких значений VSL₁ и ВВП₁, напротив, может несколько занижить оценку VSL.

Таким образом, оценки, полученные на основе использования данных для Вьетнама и Индии (1,42 и 1,72 млн USD соответственно) дают для России оценку VSL «снизу», а на основе данных для США и Нидерландов (4,35 и 4,37 млн USD соответственно) — оценку «сверху». Следовательно, диапазон итоговых оценок VSL₂ для нашей страны составил от 1,4 до 4,4 млн USD (2011—2013). В середину этого диапазона попадают оценки, полученные, исходя из данных по Польше и Чехии (1,71 и 2,32 млн USD соответственно). Поскольку ВВП этих двух стран Восточной Европы (как, впрочем, и менталитет населения) близки к данным по России, указанный диа-

пазон оценок может быть принят и для России. Полученные оценки применительно к обменному курсу рубля к доллару 2013 г. (31,84 рубля за доллар США) находятся в диапазоне от 54 до 74 млн рублей.

Полученные оценки близки к результатам, представленным в работах А. А. Быкова [18, 20]. Отметим также, что анализ данных доклада [11] показывает существенное уменьшение оценок VSL с увеличением смертности на дорогах. Это обстоятельство является дополнительной причиной возможного уменьшения оценок VSL для России. В частности, смертность на дорогах нашей страны в 2013 г. оказалась очень высокой и составила почти 19 человек на 100 тыс. населения [27]. С учетом приведенных соображений для практических целей могут быть использованы оценки экономического эквивалента стоимости жизни в диапазоне от 50 до 70 млн руб.

В силу сделанных в данной работе предпосылок полученные оценки являются ориентировочными, и для их уточнения необходимо провести экспериментальные исследования VSL непосредственно в нашей стране. Предпочтительным представляется применение метода choice modelling.

5. О практическом использовании приведенных оценок стоимости жизни

Оценки экономического эквивалента стоимости жизни используются для:

- расчетов вероятного социального ущерба, связанного с гибелью людей в результате того или иного сценария аварии сооружения;
- расчетов предотвращенного вероятного ущерба — предотвращение ущерба достигается силами и средствами МЧС России в результате мер по предупреждению аварии и спасению людей, предусматриваемых в проекте;
- оценок риска аварии, который «определяется как мера вероятности и тяжести негативных последствий аварии и оценивается математическим ожиданием последствий неблагоприятных событий» и при расчетах которого должен учитываться, наряду с другими составляющими ущербов от аварии, также и социальный ущерб в форме денежных оценок стоимости жизни [18, 20, 28].

Практический учет стоимости жизни должен выполняться в ходе выполнения следующих видов работ.

1. Разработка экономического обоснования эффективности строительства или реконструкции проектируемого сооружения, выполняемая в соответствии с Постановлением Правительства от 16 февраля 2008 г. № 87 [1]. Раздел экономического анализа необходимо представить в составе проектной документации при прохождении экспертизы проекта. Суммы социального ущерба (стоимости жизни), как и суммы остальных составляющих ущерба, следует включать в состав возможных расходов и доходов с учетом вероятности аварии сооружения.

2. Разработка и оценка эффективности противоаварийных мероприятий и организации служб раннего предупреждения о возможной аварии, а также служб спасения, эвакуации людей из зон затопления, жизнеобеспечения людей в местах эвакуации. Именно эффективная работа указанных служб позволяет резко сократить реальный социальный ущерб (гибель людей и ущерб их здоровью). Специфика данного раздела экономического обоснования состоит в том, что при расчете доходной части от работы указанных служб, т. е.

предотвращенного социального ущерба (главным образом стоимости спасенных жизней), следует учесть вероятность не только аварии сооружения, но и вероятность эффективной работы служб спасения.

3. Разработка декларации безопасности как составной части проекта строительства или реконструкции сооружения с приложением к декларации расчета вероятного вреда и документов, необходимых для обоснования величины финансового обеспечения ответственности владельцев сооружения за вероятный вред жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате возможной аварии [29].

6. О перспективах исследований экономического эквивалента стоимости жизни

Традиционные методы социолого-экономических исследований проводятся на больших и, как правило, весьма разнородных выборках респондентов. Результатом является значительная трудоемкость и стоимость работ, а также чрезмерно широкий диапазон полученных в результате оценок стоимости жизни. Например, в исследованиях 2010—2012 гг., выполненных под эгидой OECD по 38 странам, — от 4,5 тыс. до 206 млн USD.

Повышение оперативности и точности оценок стоимости жизни при проектном обосновании экономической эффективности ответственных объектов может быть достигнуто в следующих перспективных направлениях.

1. Локализация исследований на более компактных группах респондентов, узкоориентированных в своих предпочтениях. Такой подход позволит уменьшить разброс и повысить достоверность результатов работ. Перспективно применение для этих целей метода *choice modeling*. Целесообразно провести работы применительно к условиям жизни людей в зоне поражения при возможной аварии проектируемого или эксплуатируемого отечественного опасного производственного объекта. Указанная работа позволит также уточнить приведенные рекомендации по количественной оценке стоимости жизни.

2. Широкое использование современных, бурно развивающихся информационных технологий.

Непосредственные исследования по оценке готовности платить респондентов рекомендуется проводить хорошо апробированными методами сбора исходной информации по Интернету (методы CAPI и CAWI). Отметим, что рекомендуемая методика *choice modeling* близка по своей идеологии к хорошо разработанным методам извлечения знаний, активно применяемым, в частности, при разработке современных интеллектуальных систем.

3. В настоящее время, в частности, активно применяются и развиваются методы обработки больших массивов структурированных и неструктурированных данных (методы Big Data). Интерес к этим методам со стороны крупных структур, как коммерческих (банки, медиа, страхование, ритейл, энергетика и т. д.), так и государственных (безопасность, экономика, здравоохранение, ЖКХ и т. д.), привел к быстрому развитию методов, взрывному росту финансирования, появлению открытых стандартов, инструментария коммерческого уровня от крупнейших ИТ-компаний мира (таких, как Dell, Facebook, Google, HP, IBM, Microsoft, Oracle, SAP, Teradata и т. д.).

Применение указанных технологий позволит резко сократить время работ — в том числе за счет анализа давно собранной, структурированной и успешно используемой информации: в социальных сетях, поисковых системах, базах данных страховых, банковских, государственных структур. Кроме того, повысится достоверность и обоснованность используемых методов определения стоимости жизни (в том числе за счет привлечения, в случае необходимости, более широкого круга респондентов), а также будут снижены затраты на исследования. Собственно по этому пути идут современные социологические исследования.

Реализация высказанных перспективных предложений может оказаться полезной применительно к оценке не только социального, но и других составляющих ущерба от аварии.

Заключение

Анализ мировой практики исследований стоимости жизни позволяет сделать следующие выводы.

1. Выполненный анализ зарубежных данных показывает, что экономический эквивалент стоимости жизни может составить десятки миллионов рублей.

2. Наиболее перспективны методы оценки стоимости жизни, основанные на анализе готовности общества (и отдельных его членов) к выделению ресурсов, необходимых для обеспечения безопасности инженерных сооружений, т. е. основанные на готовности платить (SP-методы и RP-методы). Безусловным достоинством этих методов является возможность учета конкретных социально-экономических условий жизни и менталитета людей.

3. В последнее время пристальное внимание уделяется группе SP-методов, в которых готовность респондентов платить за снижение риска гибели или материальных потерь выявляется на основе моделирования их предпочтений (метод *choice modelling* — «моделирование выбора»). Проведенные методом *choice modelling* исследования показали, что на его основе можно резко уменьшить трудоемкость и повысить экономическую эффективность исследований. Учитывая сравнительно высокий уровень распространения Интернета в нашей стране (87,5 млн пользователей, т. е. 61,4% населения), перспективно применение при этом методики сбора информации CAPI, реализуемой путем личного интервью по сети Интернета.

4. Традиционные социологические методы организации исследований («лицом к лицу») трудоемки и дороги при большом разбросе и малой точности оценок. Поэтому результаты таких исследований для стран в целом или крупных регионов малоприменимы при финансовом обосновании мероприятий по безопасности конкретных сооружений. Перспективны исследования для узкоориентированных в своих предпочтениях и более компактных групп населения.

5. Рекомендуемый для использования при экономическом обосновании мероприятий по обеспечению безопасности сооружений (в том числе по предупреждению и эвакуации людей, а также ликвидации последствий возможных аварий) диапазон оценок стоимости жизни составляет 50—70 млн рублей. Указанные оценки основаны в значительной мере на зарубежных данных. Для уточнения оценок необходимо провести аналогичные работы в зоне поражения от возможной аварии конкретного опасного производственного объекта.

6. Несомненно, что службы раннего предупреждения о возможной аварии, спасения и эвакуации

людей из зоны возможного поражения играют очень важную, если не определяющую, роль в обеспечении безопасности. Для экономического обоснования эффективности их работы с учетом весьма значительной реальной стоимости жизни необходима разработка соответствующей методики. Необходима в том числе и методика оценки вероятности эффективной работы указанных служб, учитывающая их техническое и организационное обеспечение.

7. Целесообразно утвердить в качестве нормативного документа, регламентирующего методику назначения и диапазон оценок стоимости жизни, Декларацию «Об экономической оценке жизни среднестатистического человека» [19], разработанную под эгидой Российского общества анализа риска. Уточнения, рекомендуемые в работе А. А. Быкова [20] и данной статье, необходимо внести в представляемый для утверждения в установленном порядке указанный нормативный документ. Целесообразно уже сейчас активно использовать Декларацию с учетом упомянутых уточнений хотя бы для ориентировочных оценок при экономическом обосновании проектов сооружений, а также применительно к мероприятиям по обеспечению безопасности людей в процессе эксплуатации.

Литература

1. Постановление Правительства от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (с изменениями на 28 июля 2015 г.).
2. Федеральный закон от 27.07.2010 № 225-ФЗ (ред. от 04.11.2014) «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте».
3. Liu G. Measuring the Stock of Human Capital for Comparative Analysis: An Application of the Lifetime Income Approach to Selected OECD Countries. Paris. Statistics Directorate, Organization for Economic Co-operation and Development. Statistics Working Paper no. 6. 2011.
4. Капелюшников Р.И. Сколько стоит человеческий капитал России? Препринт WP3/2012/06 [Текст] / М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2012.
5. Drèze, Jacques. “L'utilité sociale d'une vie humaine,” *Revue française de recherche opérationnelle*. “L'utilité sociale d'une vie humaine”, *Revue Française de Recherche Opérationnelle*, 23, 1962.
6. OECD. Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, OECD Publishing, Paris, 2012.
7. “U.S. Office of Management and Budget Circular A-4. To the Heads of executive agencies and establishments”, September 17, 2003.
8. Copeland, Curtis W. How Agencies Monetize “Statistical Lives” Expected to Be Saved By Regulations, CRS Report for Congress, Congressional Research Service, March 24, 2010.
9. Guidance on Treatment of the Economic Value of a Statistical Life in U.S. Department of Transportation Analyses, 2013.
10. Gross domestic product. GDP per capita. The World Bank.
11. SafetyNet (2009) Cost-benefit analysis. European Commission, Directorate-General Transport and Energy.
12. Milligan C., Kopp A., Dahdah S., Montufar J. Value of a statistical life in road safety: a benefit-transfer function with risk-analysis guidance based on developing country data. *Accid. Anal. Prev.* 2014, 71. P. 236—247.
13. Кручинина И. А., Лисанов М. В., Печеркин А. С., Сидоров В. И. К вопросу об оценке стоимости человеческой жизни // *Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций*. 2003. № 4. С. 72—75.
14. Трунов И. Л., Айвар Л. К., Харисов Г. Х. Эквивалент стоимости человеческой жизни // *Представительная власть. Законодательство, комментарии, проблемы*. 2006. Вып. 3 (69). С. 24—29.
15. Востоков В. Ю., Минаева Я. В., Чыснавичюс Ю. К. К вопросу определения экономического эквивалента стоимости жизни среднестатистического человека // *Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России*. 2011. № 1. С. 38—49.
16. Нифантова Р. В., Шипицына С. Е. Современные методические подходы в оценке стоимости человеческой жизни // *Экономика региона*. 2012. № 3. С. 289—294.
17. Быков А. А., Порфирьев Б. Н. Об анализе риска, концепциях и классификациях рисков // *Проблемы анализа риска*. 2006. Т. 3. № 4. С. 319—337.
18. Быков А. А. О методологии экономической оценки жизни среднестатистического человека // *Проблемы анализа риска*. 2007. Т. 4. № 2. С. 178—191.
19. Декларация Российского научного общества анализа риска «Об экономической оценке жизни среднестатистического человека», 2007.

20. Быков А. А. Цена риска как экономический регулятор уровня безопасности: актуарные модели оценки стоимости статистической жизни / Под ред. чл.-корр. РАН Б. Н. Порфирьева. М.: Анкил, 2014. 280 с.
21. Daniel L. McFadden. The new science of pleasure. Working Paper 18687. NBER working paper series. National Bureau of economic research. Cambridge, MA 02138. January 2013. P. 39.
22. Bočkarjova M., Rietveld P., Verhoef E. T. Composite Valuation of Immaterial Damage in Flooding: Value of Statistical Life, Value of Statistical Evacuation and Value of Statistical Injury. Tinbergen Institute Discussion Paper, No. 12-047/3. Tinbergen Institute, Amsterdam and Rotterdam. 2012. P. 39.
23. Reynaud A., Nguyen M. H., Nguyen T. D. Valuing Flood Risk Reduction: Results From a Choice Experiment in Vietnam. Preliminary version. June 15, 2012. P. 36.
24. Ščasný M., Alberini A. Valuation of Mortality Risks Attributable to Climate Change: Investigating the Effect of Survey Administration Modes on the VSL. International Journal of Environmental and Public Health Research. 2012, 9 (12). P. 4760—4781.
25. Madheswaran S. Measuring the value of statistical life: estimating compensating wage differentials among workers in India. Social Indicators Research. 2007. V. 84, № 1. P. 83—96.
26. Giergiczny M. Value of a statistical life. The case of Poland. Environ. Resour. Econ. 2008, 41. P. 209—221.
27. http://www.gazeta.ru/auto/2014/02/21_a_5920689.shtml
28. Иващенко И. Н., Иващенко К. И. Оценка и регулирование риска аварий плотин // Гидротехническое строительство. 2013. № 3. С. 14—20.
29. Правила определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 18 декабря 2001 г. № 876.

Сведения об авторах

Иващенко Илья Николаевич: доктор технических наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт энергетических сооружений (АО «НИИЭС»)

Количество публикаций: более 70 статей в научных журналах и сборниках, 3 монографии

Область научных интересов: безопасность сооружений, оценка и регулирование риска

Контактная информация:

Адрес: 115407, г. Москва, Кленовый бульвар, 15-1-116

Тел.: +7 (499) 615-50-02

E-mail: i-n-i@list.ru

Иващенко Константин Ильич: канд. техн. наук, старший научный сотрудник, Научно-технический центр «Гидротехбезопасность» (НТЦ «Гидротехбезопасность»)

Количество публикаций: более 40 статей в научных журналах и сборниках

Область научных интересов: оценка и регулирование риска, искусственный интеллект

Контактная информация:

Адрес: 115407, г. Москва, Кленовый бульвар, 15-1-116

Тел.: +7 (495) 943-04-86

E-mail: ki@iwaschenko.ru



От идеи до готового тиража



КАЛЕНДАРИ
БУКЛЕТЫ
ОТКРЫТКИ



ГODOVЫЕ
ОТЧЕТЫ



КОРПОРАТИВНЫЕ
ЖУРНАЛЫ



АЙДЕНТИКА

В нашей работе мы много внимания уделяем развитию дизайна, как креативной, видимой, его стороне, так и процессам, которые клиенту не видны. При этом особый упор мы делаем именно на технологическую и психологическую составляющие дизайна. Продуманность, неслучайность, технологический контроль и забота о конечном потребителе дизайна, следование тенденциям и опережение мировых трендов – то, что мы предлагаем нашим клиентам в первую очередь.

125167, Москва
Тел. +7 (495) 787-52-26
4-я улица 8 Марта, д. 6А

УДК 336.58

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Анализ действующей методики оценки эффективности государственной программы «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» и предложения по ее корректировке

В. В. Артюхин,
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
г. Москва

Аннотация

В работе акцентируется внимание на некоторых недостатках утвержденных требований к оценке эффективности реализации государственных программ. На примере государственной программы «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» предлагается методика, свободная от необходимости использовать экспертные оценки и дающая более полное и подробное представление о ходе реализации государственной программы.

Ключевые слова: государственная программа, оценка эффективности, контрольные события, вес индикатора.

Содержание

Введение

1. Общие положения
2. Оценка степени реализации (выполнения)
3. Оценка степени соответствия запланированному уровню затрат
4. Оценка степени достижения целей и решения задач
5. Оценка эффективности реализации

Заключение

Литература

Введение

Утверждение «Требований к оценке эффективности государственной программы» в составе Приказа Минэкономразвития России от 20.11.2013 г. № 690 (далее — Требования) [1] заложило фундамент для разработки единообразных методик оценки эффективности государственных программ и формально обеспечило возможность сопоставления результатов, полученных в результате оценки эффективности разных государственных программ (рис. 1).

К сожалению, определенные аспекты, касающиеся принятых подходов, затрудняют фактическое применение Требований в этих целях. В частности, Требования не свободны от экспертных оценок:

- при формировании методики оценки эффективности реализации государственной программы ответственный исполнитель с учетом специфики дан-

ной государственной программы определяет, на каком уровне рассчитывается степень реализации мероприятий (пункт 6 Требований);

- степень реализации мероприятия, согласно Требованиям, может оцениваться исходя из достижения качественного результата, то есть экспертным путем, а это автоматически превращает оценку в процесс творческий в плохом смысле этого слова (пункт 7 Требований);

- если доля финансового обеспечения реализации подпрограммы (федеральной целевой программы) из средств федерального бюджета составляет менее 75%, по решению ответственного исполнителя показатель оценки эффективности использования средств федерального бюджета может быть заменен на показатель эффективности использования финансовых ресурсов на реализацию подпрограммы (федеральной целевой программы) (пункт 10 Требований);

- при оценке степени реализации подпрограммы (федеральной целевой программы) ответственным исполнителем могут определяться коэффициенты значимости отдельных показателей (индикаторов) целей и задач (пункт 13 Требований) и т. д.

Помимо прочего Требования полностью игнорируют целесообразность расчета оценок на уровне отдельных мероприятий подпрограмм государственной программы и федеральных целевых программ, хотя такая оценка весьма полезна в целях контроля.

Следует отметить, что в силу содержания концепции государственной программы (это документ стратегического планирования согласно статье 28 главы 7 Федерального закона от 28.06.2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» [2]) и состава отчетной документации [3], все методики оценки эффективности государственных программ, практически применимые в целях сравнения результатов оценок, в значительной степени сводятся к тем или иным манипуляциям с цифрами и логическими значениями (могущими принимать только значения 0 или 1/истина или ложь, такими как наступление контрольного события в срок).

Разумеется, существуют совершенно иные подходы к оценке. Так, наряду с системой оценки эффективности бюджетирования по результатам, заложенной в мониторинге любых государственных про-

грамм, в США существует комплексная рейтинговая оценка — PART, включающая существенно более широкий набор инструментов, элементов и этапов, построенная на принципах функционального подхода. Одним из ее характерных признаков является привлечение к процедуре оценки помимо сотрудников административно-бюджетного управления представителей иных федеральных ведомств и независимых экспертов со стороны [4]. Такие подходы требуют отдельной проработки, в данной же работе предлагается вариант формальной методики оценки, основанной на Требованиях, но предполагающей необходимость внесения в них некоторых обоснованных структурных и расчетных изменений. При изложении в качестве примера рассматривается государственная программа Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» [5].

1. Общие положения

Элементами государственной программы (далее — ГП) считаются подпрограммы, основные мероприятия подпрограмм, мероприятия основных мероприятий подпрограмм, контрольные события, связанные с мероприятиями основных мероприятий подпрограмм, федеральные целевые программы (далее — ФЦП), мероприятия ФЦП и контрольные события, связанные с мероприятиями ФЦП. Элементы государственной программы связаны иерархически (рис. 2, на примере ГП «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» — другие ГП могут иметь более сложную структуру).

Предлагаемая методика оценки эффективности реализации ГП (далее — методика) разрабатывалась исходя из определения принципа эффективности в том виде, как оно приводится в статье 34 главы 5 Бюджетного кодекса РФ: «Принцип эффективности использования бюджетных средств означает, что при составлении и исполнении бюджетов участники бюджетного процесса в рамках установленных им бюджетных полномочий должны исходить из необходимости достижения заданных результатов с использованием наименьшего объема средств (экономности) и (или) достижения наилучшего ре-



Рис. 2. Структура государственной программы на примере государственной программы «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах»

зультата с использованием определенного бюджетом объема средств (результативности) [6], а также с опорой на следующие принципы:

1. Простота интерпретации — каждый из рассчитываемых показателей, как и основания для их выбора, должны достаточно легко пониматься.

2. Модульность — предполагается, что оценка эффективности производится с целью получения в итоге одного интегрированного показателя эффективности ГП, однако для ответов на специфические вопросы (относительно динамики, связанной с финансами, индикаторами или реализацией программы) или для оценки эффективности подмножества мероприятий (в разрезе распорядителей средств бюджетов, ответственных исполнителей, временных периодов, подпрограмм, ФЦП и т. д.) могут быть рассчитаны отдельные показатели

и (или) показатели по определенному подмножеству составляющих ГП мероприятий.

3. Возможность машинной обработки — разрабатываемая методика предполагает использование машинной обработки данных о ГП, таких как планы-графики, формы мониторинга реализации и т. д., что, с одной стороны, позволяет снять ограничения на характер расчетов, определение исходных данных и сохранение результатов, связанные со сложностями ручного отбора данных, а с другой — стимулирует переход к работе с данными в цифровой форме.

4. Уход от использования экспертных оценок настолько, насколько это возможно (в идеале — полностью).

Оценка ГП производится по трем направлениям, затем промежуточные оценки интегрируются в итоговую оценку эффективности реализации (рис. 3).

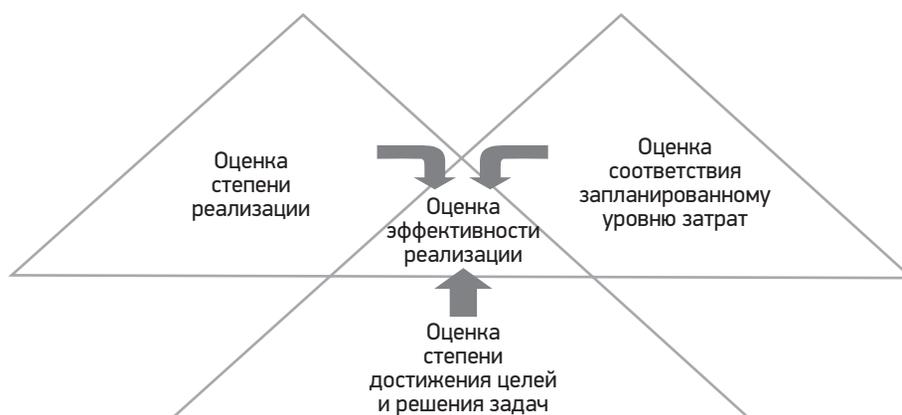


Рис. 3. Структура оценки

Методика подразумевает возможность расчета промежуточных и итоговой оценок для каждого отдельного элемента каждого уровня ГП, за исключением контрольных событий, которые по определению оцениваются лишь с позиций наступления/ненаступления и запланированного/фактического срока наступления (таблица), однако:

1. В ряде случаев определенные расчеты нецелесообразны, как, например, расчет оценки степени достижения целей и решения задач для мероприятия и основного мероприятия — с одним ключевым индикатором/показателем может быть связано несколько основных мероприятий, разделяющих ответственность за динамику его значения, и игнорировать этот факт нелогично (хотя это можно обойти, считая долю вклада основного мероприятия в динамику значения индикатора равной доле запланированных на реализацию основного мероприятия средств от общего объема средств, запланированных на реализацию всех основных мероприятий, связанных с данным индикатором).

2. Расчет оценки степени реализации (выполнения) отдельных мероприятий подпрограмм и федеральных целевых программ, как и оценки соответствия запланированному уровню финансирования, возможен в случае, когда имеются данные по финансированию отдельных мероприятий — в противном случае возможен только расчет по основным мероприятиям, федеральным целевым программам и выше по иерархии.

2. Оценка степени реализации (выполнения)

Процедура оценки степени реализации мероприятий, предлагаемая в приказе [1] (приложение № 2, п. 6 и 7), предполагает количественную оценку либо на базе факта достижения значений индикаторов, указанных в предполагаемых результатах мероприятия, но в реальных планах-графиках таковые практически не встречались, либо на основании достижения/недостижения планируемых значений индикаторов, связь с которыми установлена в рамках описания основных мероприятий, но этот метод выглядит нелогичным.

Во-первых, учитывая, что в методике также присутствует элемент оценки достижения целей и решения задач, расчет которой тоже основан на индикаторах, получается, что две составляющие оценки эффективности реализации по своей сути очень близки.

Во-вторых, достижение ключевых индикаторов, к которым приписаны основные мероприятия, во все не означает, что в рамках мероприятий вообще что-либо делалось, также не означает и того, что деятельность в рамках мероприятий каким-то образом повлияла на значения ключевых индикаторов! Разработчики ГП имеют мотивы к занижению планируемых темпов изменения индикаторов, вплоть до установки значений на несколько лет вперед, отличающихся в пределах статистической погрешности, незначительности, погрешности измерений, и в таком случае практически любые мероприятия, основные мероприятия, подпрограммы, ФЦП и ГП в целом,

Возможности применения предлагаемой методики для оценки элементов ГП

Таблица

Элемент ГП	Оценка степени реализации	Оценка соответствия запланированному уровню затрат	Оценка степени достижения целей и задач	Оценка эффективности реализации
Государственная программа в целом	Да	Да	Да	Да
Подпрограмма	Да	Да	Да	Да
Основное мероприятие	Да	Да	Нет	Нет
Мероприятие подпрограммы	Да	Да	Нет	Нет
Федеральная целевая программа	Да	Да	Да	Да
Мероприятие федеральной целевой программы	Да	Да	Нет	Нет
Контрольное событие (все виды)	Нет	Нет	Нет	Нет

вне зависимости от объемов финансирования, даже если работа была целиком и полностью провалена, могут быть признаны реализующимися/реализованными вполне качественно. С другой стороны, масштабная чрезвычайная ситуация, серьезное изменение экономической ситуации в стране и прочие значительные события могут привести к существенному ухудшению ряда индикаторов и, как следствие, привести к тому, что подпрограммы, ФЦП и ГП в целом с точки зрения степени реализации (и достижения целей/решения задач) будут оценены как неудовлетворительные, даже если идеальное выполнение мероприятий подпрограмм, ФЦП и ГП никаким образом не могло привести к предотвращению указанных иницирующих событий.

Предлагается оценивать степень реализации элемента ГП (CL) по следующей формуле:

$$CL = 0,5 \cdot \frac{FU}{FF} + 0,5 \cdot \frac{CEC}{CE},$$

где CL — оценка степени реализации элемента ГП; FU — кассовое исполнение на отчетную дату; FF — объем фактического финансирования элемента ГП; CEC — количество контрольных событий, связанных с элементом ГП (учитывая иерархическую связь элементов), запланированных на весь период реализации элемента ГП и наступивших к отчетной дате; CE — общее количество контрольных событий, связанных с элементом ГП, запланированных на весь период реализации элемента ГП.

Оценке на степень реализации подлежат все элементы ГП, реализация которых начинается, продолжается или завершается по плану в отчетном периоде, для которых в текущем году запланированы ресурсное обеспечение и(или) запланированы контрольные события на период с момента начала реализации до отчетной даты.

При наличии запланированного ресурсного обеспечения и отсутствии на отчетную дату фактического ресурсного обеспечения левое слагаемое формулы принимается равным 0.

Оценка степени реализации мероприятий, основных мероприятий, подпрограмм и ФЦП ГП может быть выполнена в разрезе исполнителей, соисполнителей, участников реализации ГП, посредством учета при расчетах только элементов ниже по иерархии, относящихся к сфере их компетенции (или части

элементов в смысле ресурсного обеспечения и связанных с мероприятием контрольных событий).

Оценка степени реализации ФЦП может быть выполнена в разрезе направлений финансирования посредством отдельных расчетов для мероприятий, относящихся к разным направлениям в соответствии с организационно-финансовыми планами ФЦП.

3. Оценка степени соответствия запланированному уровню затрат

Оценку степени соответствия запланированному уровню затрат в отношении элемента ГП (FL) предлагается выполнять по формуле

$$FL = \frac{FF}{FP},$$

где FF — объем фактического финансирования элемента ГП, FP — объем запланированного финансирования.

При отсутствии запланированного ресурсного обеспечения на реализацию элемента ГП значение оценки принимается равным 1.

Оценка степени соответствия запланированному уровню затрат для мероприятий, основных мероприятий, подпрограмм и ФЦП ГП государственной программы может быть выполнена в разрезе исполнителей, соисполнителей, участников реализации ГП, посредством учета при расчетах только элементов ниже по иерархии, относящихся к сфере их компетенции (или части элементов в смысле ресурсного обеспечения).

Оценка степени соответствия запланированному уровню затрат ФЦП может быть выполнена в разрезе направлений финансирования посредством отдельных расчетов для мероприятий, относящихся к разным направлениям в соответствии с организационно-финансовыми планами ФЦП.

4. Оценка степени достижения целей и решения задач

Процедура оценки в данном случае разделяется на три этапа:

1. Расчет степеней соответствия целевым значениям индикаторов подпрограмм, ФЦП и ГП.
2. Определение относительной важности (весов) индикаторов элемента ГП для достижения целей и решения задач элемента ГП.

3. Непосредственное вычисление значения оценки степени достижения целей и решения задач. При этом предлагаются разные формулы расчета для подпрограммы/ФЦП и ГП в целом, в предположении, что можно считать подпрограмму или ФЦП результативными в части достижения целей и решения задач, опираясь только на их собственные индикаторы (без учета индикаторов ГП), однако в отношении результативности ГП в целом необходимо учитывать все индикаторы, при этом индикаторы собственно ГП должны иметь больший вес.

Расчет степени соответствия целевому значению индикатора i подпрограммы или ФЦП p (L_{p_i}), а также индексу j государственной программы (L_j) выполняется согласно приказу [1] (приложение № 2, п. 11 и 12). При этом:

- $p = 1, \dots, P$, где P — общее количество подпрограмм и ФЦП в составе ГП;
- $i = 1, \dots, I_p$, где I_p — общее количество индикаторов подпрограммы или ФЦП p ;
- $j = 1, \dots, J$, где J — общее количество собственных индикаторов ГП.

Определение относительной важности (весов) индикаторов выполняется по-разному в зависимости от того, с каким элементом ГП мы имеем дело:

а) если речь идет о ФЦП p , то веса всех ее индикаторов принимаются равными

$$k_{p_i} = \frac{1}{I_p};$$

б) если расчет производится для подпрограммы p , то вес индикатора i (k_{p_i}) определяется как частное от деления суммы расходов, запланированных на реализацию всех основных мероприятий подпрограммы p , связанных с индикатором i , на сумму таких сумм по каждому индикатору подпрограммы;

в) если вес рассчитывается для индикатора j ГП, то поступают так же, как в случае подпрограммы, однако в данном случае не учитывается принадлежность основных мероприятий отдельным подпрограммам (рассматриваются все основные мероприятия всех подпрограмм), все ФЦП рассматриваются целиком (как одно основное мероприятие), а, кроме того, к связанным с индикатором j основным мероприятиям относят не только те, для

которых эта связь установлена явно, но также и те, которые по документам не связаны ни с одним индикатором ГП.

За приведенным методом расчета стоит следующая логика: если у государства меняются приоритеты (например, борьба с пожарами приобретает большее значение, чем борьба с наводнениями), то это должно получать свое выражение в перераспределении средств, что приведет к перераспределению весов индикаторов подпрограмм и ГП.

Оценка степени достижения целей и решения задач подпрограммы/ФЦП (GL_p), а также ГП в части только ее собственных индикаторов (GL_0) выполняется по следующим формулам:

$$GL_p = \sum_{i=1}^{I_p} (k_{p_i} \cdot L_{p_i}), GL_0 = \sum_{j=1}^J (k_j \cdot L_j).$$

Далее необходимо определить вес подпрограммы/ФЦП в достижении целей и решении задач ГП. Для этого воспользуемся тем же принципом, что и раньше. Вес отдельной подпрограммы или ФЦП (r_p) вычислим как отношение запланированных на нее средств (FP) к сумме средств, запланированных на реализацию всех подпрограмм и ФЦП:

$$r_p = \frac{FP(p)}{\sum_{p'=1}^P FP(p')}.$$

Оценку степени достижения целей и решения задач государственной программы в целом (GL) выполним по формуле

$$GL = 0,5 \cdot GL_0 + 0,5 \cdot \sum_{p=1}^P (r_p \cdot GL_p).$$

5. Оценка эффективности реализации

Оценку эффективности реализации элемента ГП или ГП в целом предлагается рассчитывать следующим образом:

$$EL = \frac{\sqrt{CL \cdot GL}}{FL}.$$

Для признания ГП или ее элемента эффективным соответствующие мероприятия должны быть выполнены полностью, все показатели целей в виде

ключевых индикаторов, связанных с элементом ГП, должны быть достигнуты при полном соответствии фактического финансирования запланированному. В указанном случае оценка *EL* принимает значение 1.

Суммирование оценок степени реализации и степени достижения целей и решения задач в каком бы то ни было виде не имеет смысла, поскольку:

1) возможна ситуация, когда мероприятия не выполнены и на 10%, а прогнозируемые значения индикаторов достигнуты на 100% (или наоборот), — это не означает, что соответствующие элементы ГП эффективны на 100 или 55%, это может означать, что данные по индикаторам или степени реализации мероприятий сфальсифицированы, что соответствующие элементы ГП бесосновательно увязаны с этими индикаторами и т. д.;

2) при расчете суммы встает вопрос о весах составляющих: насколько достижение целей важнее выполнения мероприятий или наоборот.

По этой и другим причинам значения в числителе комбинируются посредством среднего геометрического.

Заключение

В настоящее время описанная методика оценки эффективности реализации государственной программы и ее элементов реализуется в программном средстве в рамках разработки автоматизированной системы для сопровождения разработки и реализации государственной программы «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах».

Предложенная методика свободна от необходимости экспертных оценок, а также позволяет выполнять сквозную оценку по всем уровням иерархии элементов государственной программы, что дает не только более полное, но и более полезное представление о ее ходе, предполагает трансформацию самой процедуры оценки в элемент системы поддержки принятия решений.

Литература

1. Приказ Минэкономразвития России от 20 ноября 2013 года № 690 «Об утверждении Методических указаний по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации».
2. Федеральный закон от 28 июня 2014 года № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 августа 2010 года № 588 «Об утверждении Порядка разработки, реализации и оценки эффективности государственных программ Российской Федерации».
4. Лапин А.Е., Ломовцева Н.Н., Илехменев В.А. Оценка эффективности реализации государственных программ (американская и российская практика) // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Серия: Экономика. Информатика. 2013. № 8 (151). Выпуск 26/1. С. 80—86.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года № 300 «О государственной программе Российской Федерации “Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах”».
6. Бюджетный кодекс РФ (в ред. федеральных законов от 26 апреля 2007 года № 63-ФЗ, от 7 мая 2013 года № 104-ФЗ).

Сведения об авторе

Артюхин Валерий Викторович: кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)»

Количество публикаций: более 70, из них монографий — 8, учебных изданий — 4

Область научных интересов: математическое и инструментальное моделирование, анализ данных, машинное обучение

Контактная информация:

Адрес: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (499) 233-25-70

E-mail: ikshot@mail.ru

УДК 614.84

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Применение современных технологий при реагировании на чрезвычайные ситуации

Д.В. Кулешов,
Центральный региональный
центр МЧС России, г. Москва

Аннотация

В статье рассматриваются современные технологии при реагировании на чрезвычайные ситуации в целях обеспечения комплексной безопасности граждан.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, технологии, система антикризисного управления, аэромобильная группировка сил МЧС, высокотехнологичные системы, комплексная безопасность граждан.

Содержание

Введение

1. Система поддержки принятия решений
2. Аппаратно-программный комплекс «Безопасный город»

Заключение

Литература

Введение

Современные угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечение эффективного реагирования на них требуют постоянного совершенствования систем информационного взаимодействия и технологий ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций разработаны и активно применяются самые современные и перспективные технологии реагирования на все виды угроз природного и техногенного характера.

Во-первых, это действующая и легкоадаптивная в зависимости от вида угроз система антикризисного управления.

Система объединяет органы управления, пункты управления, системы телекоммуникации и связи. Важнейшими элементами системы являются центры управления в кризисных ситуациях. Национальный центр управления — на федеральном уровне, а также центры управления в кризисных ситуациях на межрегиональном и региональном уровнях.

На муниципальном уровне органами управления являются единые дежурно-диспетчерские службы, которые созданы и действуют во всех муниципальных образованиях Российской Федерации. Всего в Российской Федерации функционирует более 2200 единых дежурно-диспетчерских служб.

Таким образом, на всех уровнях государственного и муниципального управления успешно функционирует вертикально интегрированная и территориально распределенная сеть органов управления.



Рис. 1. Визит министра МЧС России В.А. Пучкова в Калужскую область. Передвижной пункт управления губернатора Калужской области

Высокая эффективность управленческих решений при ликвидации чрезвычайных ситуаций обеспечивается межведомственными оперативными штабами, в состав которых входят представители практически всех органов государственной власти.

1. Система поддержки принятия решений

Особое место в системе антикризисного управления занимает система центров поддержки принятия решений, объединяющая в себе представителей ведущих научных организаций, специалистов различных направлений, обеспечивающих научное сопровождение принятия решений по ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В настоящее время большое внимание уделяется развитию пунктов управления, их техническому оснащению. Активно применяются современные подвижные пункты управления нового поколения, позволяющие управлять силами и средствами непосредственно в зонах чрезвычайных ситуаций.

Обеспечение автономной работы органов управления достигается за счет оснащения современными средствами связи и передачи информации, а также комплексами жизнеобеспечения.

Оснащение подвижных пунктов управления мобильными вертолетными площадками позволяет применять различные типы вертолетов даже на неподготовленной местности.

Во-вторых, это создание оснащенной современными средствами ликвидации чрезвычайных ситуаций аэромобильной группировки сил МЧС России, способной выполнять задачи в любой точке Российской Федерации и за ее пределами, в том числе с использованием авиационных технологий. Основу этих сил составляют силы постоянной готовности с временем готовности к реагированию — одна минута.

В-третьих, это совершенствование авиационных технологий. На современном этапе воздушные суда не только рассматриваются как транспортные средства, но и широко применяются для проведения



Рис. 2—3. Подготовка к запуску беспилотного летательного аппарата для разведки ледовой обстановки. Снимок, полученный с БПЛА

различных видов разведок за счет оснащения их средствами тепловизионного мониторинга, системами радиационного и химического анализа.

Получили широкое применение беспилотные летательные аппараты как наиболее мобильные средства разведки при чрезвычайных ситуациях. Кроме того, оснащение воздушных судов современными медицинскими модулями позволяет перемещать пострадавших на значительные расстояния и поддерживать их жизнедеятельность практически при любых травмах.

2. Аппаратно-программный комплекс «Безопасный город»

В этих целях на муниципальном уровне в Российской Федерации осуществляется внедрение и развитие аппаратно-программных комплексов «Безопасный город».

«Безопасный город» — это, прежде всего, совокупность комплексов средств автоматизации всех уровней, объединенных для обеспечения защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, общественной безопасности и правопорядка.

Основными целями внедрения комплексов «Безопасный город» является:

- повышение готовности органов управления к реагированию на различные угрозы;
- совершенствование систем мониторинга и предупреждения;

- снижение количества деструктивных событий, гибели и травматизма людей;
- повышение социально-экономических эффектов инфраструктурных проектов.

Комплекс «Безопасный город» строится и развивается как интеллектуальная многоуровневая автоматизированная система управления безопасностью на территориях регионов в целом и муниципальных образований в частности.

Архитектура комплексов «Безопасный город» формируется из нескольких базовых блоков:

- блок обеспечения безопасности населения и муниципальной инфраструктуры;
- блок обеспечения правопорядка и профилактики правонарушений;
- блок обеспечения безопасности на транспорте;
- блок экологической безопасности;
- блок координации взаимодействия различных служб и государственных структур.

Базовым уровнем построения комплексов «Безопасный город» является муниципальный район и городской округ.

Все комплексы «Безопасный город» реализуются в составе комплексной системы безопасности жизнедеятельности субъекта Российской Федерации как в организационных, так и в технических вопросах.

Основой для внедрения комплексов «Безопасный город» являются Единые дежурно-диспетчерские службы.

В состав средств автоматизации функционирования ЕДДС входят различные подсистемы, обеспечивающие сбор, передачу, хранение и обработку информации, необходимой для принятия управленческих решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и происшествий.

Для получения оперативной информации из населенных пунктов и прилегающих территорий, где не предусмотрено создание ЕДДС, создан и развивается институт старост — реально действующий институт гражданской активности в Российской Федерации.

Таким образом, выполняемый комплекс мероприятий по развитию комплексов «Безопасный город» позволит совершить качественный переход от оперативного реагирования к управлению рисками.

Заключение

Возрастание уровня угроз в современном урбанизированном обществе предопределяет развитие высокотехнологичных систем, которые обеспечивают комплексную безопасность граждан.

Основная цель внедрения современных технологий — снижение количества погибших людей, материального, финансового и экологического ущерба при чрезвычайных ситуациях и происшествиях.

Для эффективного решения задач по предупреждению, оперативному реагированию и ликвидации чрезвычайных ситуаций необходима совместная скоординированная работа различных государственных структур.

Литература

1. Стратегия национальной безопасности РФ до 2020 года (утв. Указом Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 537).
2. Распоряжение Правительства РФ от 03.12.2014 № 2446-р «Об утверждении Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса "Безопасный город"».
3. Постановление Правительства РФ от 20 января 2014 г. № 39 «О Межведомственной комиссии по вопросам, связанным с внедрением и развитием систем аппаратно-программного комплекса технических средств "Безопасный город"».
4. Временные единые требования к техническим параметрам сегментов аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» (утверждены Министром РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 29 декабря 2014 № 14-7-5552).

Сведения об авторе

Кулешов Дмитрий Владимирович: полковник, заместитель начальника управления гражданской защиты Центрального регионального центра МЧС России — начальник отдела организации оперативного планирования и экстренного реагирования

Количество публикаций: 2

Область научных интересов: управление рисками

Контактная информация:

Адрес: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7а

Тел.: +7 (499) 449-89-09

УДК 614.8.004.8

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

О роли сервисов социальных сетей для поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях¹

К. Р. Еникеева,
А. Х. Абдуллин,
О. И. Христовуло,
Уфимский государственный
авиационный технический
университет
Ю. И. Исаева (Юсупова),
Уфимский государственный
нефтяной технический
университет

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы использования сервисов социальных сетей для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации (ЧС). Анализируется опыт привлечения информации, формируемой пользователями социальных сетей, в условиях ЧС для ее использования в работе служб спасения и экстренного реагирования. Обосновывается возможность повышения качества аварийно-спасательных и других неотложных работ за счет информационной поддержки мероприятий на этапе разведки зоны ЧС, обнаружения пострадавших и уточнения масштабов бедствий. Разрабатывается концепция информационной системы, позволяющей проводить сбор и автоматизированный анализ сообщений, перечисляются основные функциональные возможности указанной системы. Акцентируется внимание на привлечении геоинформационных систем (ГИС) как одной из базовых технологий решения задач поддержки принятия решений в ЧС. Приводится описание прототипа разработанного программного обеспечения, а также пример его использования в реальных условиях.

Ключевые слова: социальные сети, геоинформационная система, Twitter, интеллектуальный анализ текста, чрезвычайная ситуация, ЧС, разведка зоны ЧС, информационная поддержка принятия решений.

Содержание

Введение

1. Опыт использования информации из социальных сетей в условиях ЧС
2. Анализ современного состояния исследований в данной области
3. Формализация задачи и методы решения
4. Разработка и пример использования программного обеспечения

Заключение

Литература

Введение

Социальные сети за последнее время обрели значение не только как средство коммуникации между людьми, но и как быстрый и удобный канал распространения критически важной информации и информирования населения об угрозе ЧС. Известно, что в 2012 г. в США наряду с оповещением о приближающемся тропическом урагане «Сэнди» через традиционные СМИ (телевидение, радио) многие жители штата Нью-Джерси были проинформированы через социаль-

¹ Исследования частично поддержаны грантами РФФИ: проекты № 15-07-01565-а, № 15-08-01758-а, № 14-07-00811-а.

ные медиа [1]. Хотя эффект от такого способа оповещения сложно оценить, по-видимому, в дальнейшем социальные сети станут привычным каналом распространения информации о возможных опасных природных явлениях и других угрозах.

Между тем использование социальных сетей может выйти за рамки простого оповещения и за счет необходимых средств информационного обеспечения дать ценные сведения, полезные для решения задач экстренного реагирования и спасения населения. Идея применения для этих целей сообщений пользователей получила развитие при поиске людей в зоне ЧС по их последним фотографиям и текстовым сообщениям с геотметками. Геотметки — это географические метаданные, присоединенные к фотографии или сообщению пользователя социальных сетей, как-либо характеризующие эти ресурсы (точка съемки, месторасположение и т. п.). Эта информация состоит из координат широты и долготы, но может включать также высоту, расстояние и направление до населенных пунктов.

Основная задача спасателей при ликвидации последствий ЧС — это организация и проведение оперативного поиска пострадавших и оказание им своевременной помощи. Статистика свидетельствует о том, что в первый час после ЧС при отсутствии помощи умирает около 40% тяжелораненых, через 3 часа — 60%, через 6 часов — 95%. Поэтому большое значение имеет временной фактор реагирования на ЧС [2]. Все вышесказанное указывает на необходимость изучения возможностей сервисов социальных сетей для использования данных об их пользователях и их сообщениях в качестве информационной основы для систем поддержки принятия решений, применяемых при реагировании на ЧС специалистами экстренных служб.

В статье авторами предлагается подход к построению информационной системы, которая, опираясь на совокупность сообщений, полученных из социальных сетей (на примере Twitter), позволяет получать оперативную информацию о начале и развитии ЧС, ее географических характеристиках и формировать прогнозные данные о масштабах бедствия. Предполагается, что такого рода система может являться одной из составляющих информационного обеспечения аварийно-спасательных и других неотложных работ [3—6].

1. Опыт использования информации из социальных сетей в условиях ЧС

Сейчас популярные социальные сети предоставляют своим пользователям дополнительные функциональные возможности, которые могут быть использованы для информирования близких (сервис Safety Check от Facebook), публикации данных о пропавших друзьях (сервис Person Finder от Google) или оперативного информирования пользователей о надвигающейся угрозе и их дальнейших действиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций (функция Alerts от Twitter).

В качестве социальной сети для проведения эксперимента был выбран Twitter. Этот сервис микроблогов благодаря своей лаконичности пользуется популярностью как новостной ресурс и способ обмена мнениями. Кроме того, разработчикам удалось создать весьма удобный и функциональный прикладной интерфейс (API), который оказался полезен для доступа к большим объемам сообщений и их обработки. API (Application Programming Interface) — это интерфейс прикладного программирования, используется программистами при написании всевозможных приложений. Twitter часто применяется для передачи новостей как личного, так и общественного значения. Далее приводятся несколько примеров использования этого сервиса в ЧС [7].

Столкновение пассажирского самолета со стаей птиц в январе 2009 с последующим приземлением в воды Гудзона не обошлось без Twitter. Янис Крам (Janis Krum), находящийся на одном из паромов, плывших на выручку, сфотографировал упавший самолет и «твитнул» картинку до того, как СМИ прибыли к месту происшествия.

Исследование журнала New Scientist [8] подтвердило превосходство Twitter над обычными средствами массовой информации. Точнее, исследование сравнивало технологии Web 2.0 с привычными СМИ, и микроблог показал свое преимущество как средство для планирования усилий при спасательных операциях. Например, Красный Крест в Америке уже использует Twitter для обмена ежеминутной информацией о локальных происшествиях, связанных с деятельностью организации [7].

Эффект ЧС проявляется в социальных сетях в виде повышения активности пользователей, выражающейся в увеличении частоты со-

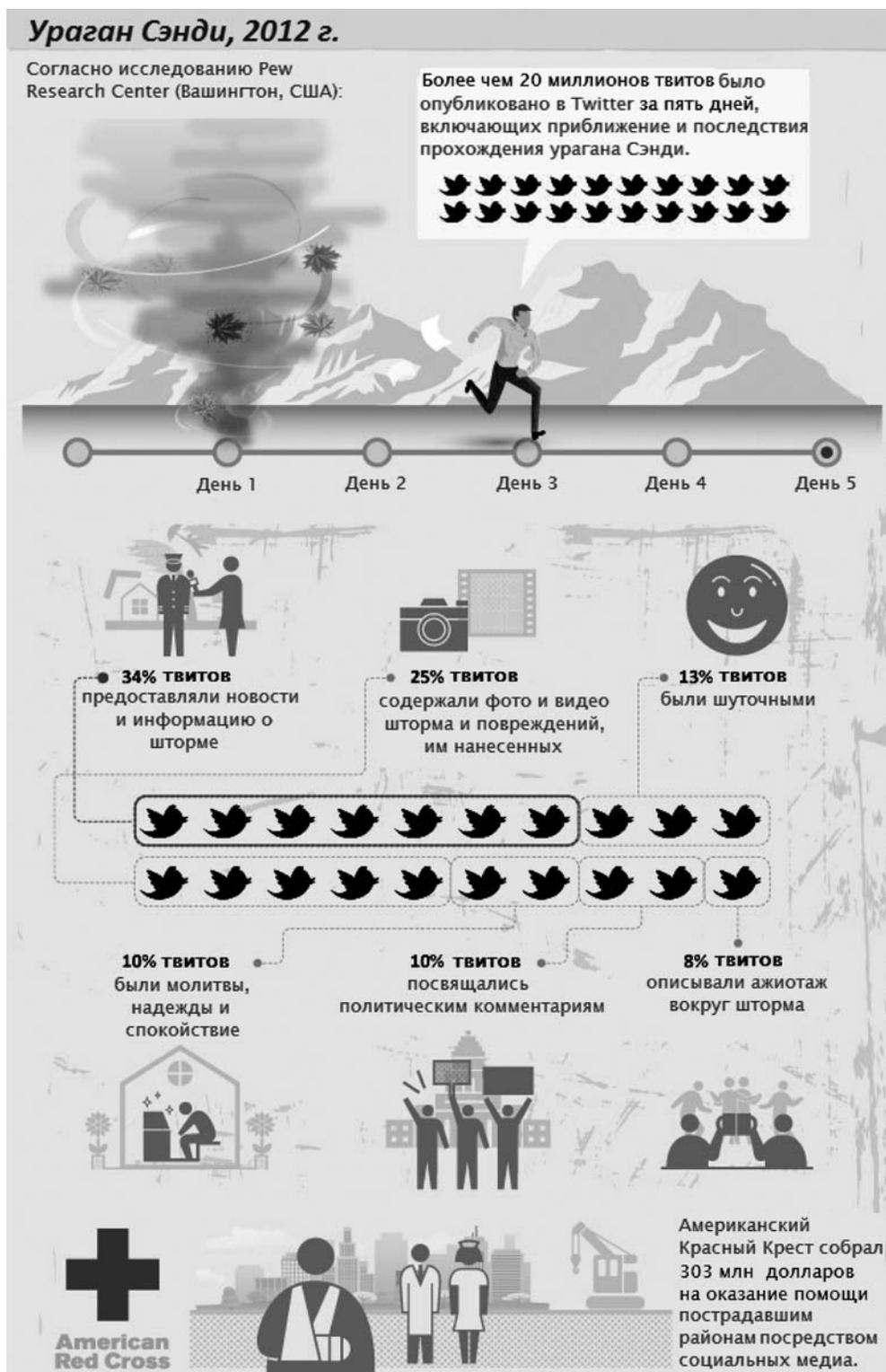


Рис. 1. Статистика сообщений в Twitter во время урагана «Сэнди» (исследование Pew RS, источник [10], перевод авторов)

общений в начальные часы с момента возникновения чрезвычайной ситуации [9]. Так, согласно официальной страничке Японии в Twitter произошло семи- или восьмикратное увеличение количества твитов непосредственно сразу после землетрясения и цунами в 2011 г. Относительно ежедневного количества сообщений из Японии — до землетрясения их было в среднем 130 млн, а в дни после землетрясения — около 400 млн твитов в день. В Facebook количество сообщений после цунами увеличилось в шесть раз и достигло 13—14 млн [10].

После исторического наводнения в округе Боулдер (штат Колорадо, США) в середине сентября 2013 г. граждане обращались к социальным сетям для определения масштабов ущерба. Множество людей отслеживали сообщения с хештегом (пометкой; от англ. *hashtag* — слово или словосочетание с решеткой #) #BoulderFlood (наводнение в Боулдере), чтобы быть в курсе последних новостей. Они хотели знать, как въехать и выехать из Боулдера, поскольку многие дороги были закрыты. Американский Красный Крест с помощью социальных сетей собрал более одного миллиона долларов пожертвований на проведение работ по ликвидации последствий наводнения.

В статье [10] приводятся результаты анализа опыта использования социальных медиа в ЧС. В качестве примера на рис. 1 графически представлены данные по работе соцсетей во время урагана «Сэнди» в 2012 г.

Основные направления, в которых в настоящее время используются социальные сети в условиях ЧС, это:

- обмен информацией в реальном времени (новости с места происшествия, сведения о въездах-выездах из зоны бедствия, местонахождении людей, обстановке в зоне бедствия, в том числе фото и видеоматериалы);
- просьбы о помощи;
- сообщения близким о том, что с человеком все в порядке;
- сбор пожертвований пострадавшим районам.

Подобные же способы применения социальных сетей в ЧС описаны и в статье [11]. В ней делается вывод о том, что службам экстренного реагирования необходимо не упускать возможность анализировать и использовать информацию из социальных медиа.

Существует множество ситуаций, где такой подход может стать полезным: если ЧС произошло там, где нет систем постоянного видеонаблюдения, в труднодоступной местности; при поисках пропавших людей; при масштабных ЧС с большим числом жертв или большой площадью зоны ЧС (лесные пожары, цунами, затопления территорий и др.).

В российских условиях разработка системы обработки данных социальных сетей, анализа и визуализации полезной информации о ЧС также обоснована. К сожалению, на территории нашей страны тоже происходят аварии, катастрофы, стихийные бедствия, характеризующиеся большой протяженностью зоны ЧС, масштабностью и отсутствием определенности, недостаточной информированностью экстренных служб, особенно в первые часы от начала происшествия: наводнения в Краснодарском крае (2012 г.), на Дальнем Востоке (2013 г.), в Сочи (2015 г.), ежегодные лесные пожары и паводки в Сибири и другие природные и техногенные чрезвычайные ситуации. Таким образом, исследования, направленные на обеспечение спасателей ранней информацией о ЧС, являются в настоящий момент актуальными и полезными.

2. Анализ современного состояния исследований в данной области

В области ликвидации последствий ЧС на протяжении нескольких прошедших лет рядом ученых проводились исследования с целью сделать данные из социальных медиа полезными для служб экстренного реагирования [12]. Здесь можно выделить три основных направления:

1. Извлечение и категоризация, переработка исходных необработанных данных в полезную информацию.

2. Визуализация этой полезной информации.

3. Интеграция содержательной информации и ее визуального отображения для нужд экстренных служб.

Согласно MacEachren и соавт. (2011) [13], исследования больше фокусировались на проблемах извлечения данных и пространственной информации из социальных медиа и в меньшей степени на полезности извлеченной информации и эффективности полученных кризисных карт (ситуационных планов) для поддержки принятия решений при экстренном реагировании на ЧС.

В статье Saragea и соавт. (2014) [14] описан метод, с помощью которого отклик пострадавшего от стихийного бедствия населения (в виде сообщений в соцсетях) подвергается анализу эмоциональной окраски (положительные, отрицательные и нейтральные сообщения). Результат представлен в виде графиков и карт зависимости появления твитов от развития ЧС во времени и пространстве.

Starbird, Munzy и Palen в своей статье (2012) [15] говорят о том, что данные социальных медиа, которые можно идентифицировать как поступающие от очевидцев из зоны бедствия, могут быть крайне важны для экстренных служб. Авторы отмечают, что «свидетели на местах обладают уникальным положением для того, чтобы делиться сведениями, которые не могут быть доступны где бы то ни было еще в информационном пространстве. Они также, возможно, владеют знаниями о географических и культурных особенностях территории, которые могут быть полезны тем, кто идет работать в зону ЧС извне».

Таким образом, можно сделать вывод, что данное направление исследований является чрезвычайно актуальным. В то же время на сегодняшний момент нет готовых решений для информационной поддержки принятия решений в ЧС на основе сообщений из социальных сетей с предоставлением необходимой информации и ее визуализации в ГИС.

3. Формализация задачи и методы решения

3.1. Постановка задачи

Имеется множество сообщений в Twitter. Необходимо провести анализ и выделить подмножество твитов, содержащих информацию о ЧС. Далее в этом подмножестве определить совокупность восклицательных (тревожных) сообщений и сообщений с геометками. Сформировать интерактивную карту, на которой будут отображаться территориально привязанные твиты, в которых упоминается о ЧС.

3.2. Алгоритм решения задачи

Когда возможные ответы представляют собой конечное множество, говорят о задачах классификации и распознавания образов. Данная задача может быть отнесена к классу задач распознавания образов [16]. Дано множество объектов. Относительно

них необходимо провести классификацию. Множество представлено подмножествами, которые называются классами. Заданы: информация о классах, описание всего множества и описание информации об объекте, принадлежность которого к определенному классу неизвестна. Требуется по имеющейся информации о классах и описании объекта установить, к какому классу относится этот объект, и выделить требующееся множество объектов. Далее проанализировать их и отобразить на карте.

3.3. Анализ известных подходов, методов и средств решения задачи

Для того чтобы использовать данные из социальных сетей, превратить их в полезную в ЧС информацию, необходимо проводить анализ огромного массива данных, что невозможно без применения научно обоснованных методик и информационных технологий [17].

Для выделения подмножества тревожных сообщений были рассмотрены различные подходы к анализу тональности текстов. Анализ тональности обычно определяют как одну из задач компьютерной лингвистики, т. е. подразумевается, что мы можем найти и классифицировать тональность, используя инструменты обработки естественного языка. Сделав большое обобщение, можно разделить существующие подходы на следующие категории [18]:

- подходы, основанные на правилах;
- подходы, основанные на словарях;
- машинное обучение с учителем;
- машинное обучение без учителя.

Вышеперечисленные методы хорошо работают, когда проводится анализ положительных и отрицательных эмоций. В нашем случае мы выделяем тревожные и нейтральные сообщения. Для такой постановки задачи нет готовых решений. Принимая во внимание эффективность, простоту реализации и однозначность в применении, было принято решение использовать модифицированный метод, основанный на словарях.

Был проведен анализ существующих программных средств для автоматизации обработки большого объема данных и картографирования твитов. Рассмотрены программы для анализа тональности текста, такие как SentiStrength, Azure Machine Learning, Twitter Sentiment.

Одним из ярких примеров решения задачи анализа общественного мнения в соцсети Twitter является сервис Twitter Sentiment. Данный сервис производит оценку ста последних записей, где встречается запрашиваемое слово, и выдает результат в виде графика соотношения положительных и отрицательных сообщений или отзывов. Однако данный сервис не применим в мониторинге объектов, имеющих территориальную привязку. Также он производит анализ только последних записей в сети Twitter, поэтому для масштабных исследований неприменим. Другие подобные сервисы также не удовлетворили поставленным требованиям.

Разработчику онлайн-сервиса MapVox Эрику Фишеру за счет фиксации положения пользователя мобильного Twitter-клиента удалось создать мировую карту твитов (более 6 млрд твитов). Твиты пользователей с указанной геопозицией отмечены точками на карте.

Tweetring — интересный проект от Franck Egnewein, который берет поток твитов из публичного API Twitter и располагает их на карте, попутно считая слова и буквы в твитах и выводя последнее упоминание и хештег.

Таким образом, можно сделать вывод, что существует некоторое количество компьютерных программ для оценки эмоциональной окраски текстов и геопозиции пользователей социальных сетей, но нет такого, которое решало бы поставленную нами задачу: поиска и анализа сообщений, содержащих информацию о чрезвычайных ситуациях, оценки их тональности и отображения на карте в геоинформационной среде местоположения пользователей, оставивших эти сообщения. Это обусловило необходимость создания специализированного программного обеспечения.

4. Разработка и пример использования программного обеспечения

Прежде всего нами были составлены словари для выявления сообщений о ЧС и словари тревожных слов (лексем), монограмм и биграмм. Это было сделано на основе анализа нескольких сотен сообщений в Twitter о разного рода стихийных бедствиях, авариях и катастрофах. В словари вошли слова и словосочетания, означающие просьбы о помощи, происшествия

типа «взрыв», «пожар», «наводнение» и др. Далее на основе этих словарей проводился анализ множества сообщений пользователей Twitter на предмет выявления твитов, содержащих информацию о ЧС.

В качестве полезной информации, извлекаемой из всего массива данных, нас прежде всего интересовали:

- географические координаты;
- тональность сообщения (эмоциональная окраска);
- время появления сообщения;
- частота появления однородных по тональности сообщений;
- содержательная часть сообщения (описание происходящего).

На рис. 2 представлен фрагмент таблицы твитов, полученных при помощи разработанной программы и API Twitter. Был произведен поиск сообщений, содержащих хештеги #Сочи и #потоп, твиты собраны в таблицу и могут быть подвергнуты дальнейшему анализу на степень тревожности и определение местоположения пользователя. В результате подобного анализа возможно осуществлять раннее обнаружение зоны ЧС, направления первоочередного проведения спасательных работ и другую полезную для ликвидаторов информацию. Далее переходим ко второй подзадаче — картографированию полученных данных для большей наглядности и удобства работы с ними.

	A	B	C
1	Date	Twitter User	Tweet Text
112	6/26/2015 23:07:16	Daniel Otovskiy	КОГО ВИНЯТ ЖИТЕЛИ СОЧИ В НАВОДНЕНИИ? И при чем здесь олимпийская стройка https://t.co/1RyRt5m1HO
113	6/26/2015 22:39:54	Фотос из Адыгеи	А давай боиться вместе? #Сочи #2015 #потоп #паника #железнодорожники http://t.co/1RyRt5m1HO
114	6/26/2015 22:35:31	о.наболевшем	#Потоп #Харьков 26.06.15 https://t.co/DTyJFw93z #домкд #пуганск #то Украина #железнодорожники
115	6/26/2015 22:23:47	ХСленяХ	Лента, я жив. Не переживайте #СОЧИКИВИ #Сочи #потоп
116	6/26/2015 22:23:12	Сергей Уматиев	А вот там на заднем фоне у неба #смерч #сочи #кавалло #железнодорожники #потоп #бегиспасайся http://t.co/m86ymHJIB8
117	6/26/2015 22:22:25	Сергей Уматиев	Началось #дубль2 #сочи #потоп #шормы #бегиспасайся #кавалло https://t.co/m86ymHJIB8
118	6/26/2015 20:59:02	Мозаика	#россия #челювкисловес #воронеж #железнодорожники #сочи #потоп ВСЕ УТОНУЛИ...
119	6/26/2015 20:36:06	золотой хакер	RT @IRC_24: #Сочи #паника #наводнение #эвакуация #потоп http://t.co/R4ky8yUw9
120	6/26/2015 20:33:42	IRC-24	#Сочи #паника #наводнение #эвакуация #потоп http://t.co/R4ky8yUw9
121	6/26/2015 20:28:10	КР.РУ - Кубань	В затопленном Сочи задержали мародеров http://t.co/LNk7Qz27u #Сочи #потоп #новости
122	6/26/2015 20:17:27	Макс Р.	Сегодня в офисе обсуждали наводнение в Сочи. Мимопроходящий сотрудник соседнего от...

Рис. 2. Фрагмент таблицы твитов по хештегам #Сочи и #потоп



Рис. 3. Карта твитов по хештегу #Goni

Располагаемая картографическая информация о ЧС может быть весьма разнообразна по своему содержанию и структуре: топографические карты и спутниковые снимки территорий, на которой происходит или ожидается ЧС, расположение объектов гражданской и промышленной инфраструктуры, автодороги, места эвакуации людей, заранее спланированные маршруты доставки спасательных сил и средств в зону бедствия и т. д. В совокупности картографическая информация должна обеспечить оперативных дежурных экстренных служб полными и актуальными данными для эффективной координации действий спасателей.

Практическим стандартом при работе с оперативной обстановкой в ЧС, ее описании и анализе является применение геоинформационных систем и средств, базирующихся на геоинформационных

технологиях [19]. Многие национальные центры управления кризисными ситуациями используют ГИС как основную информационную платформу для систем поддержки принятия решений и связующее звено между разнообразными приложениями, задействованными при управлении в ЧС.

В состав отечественной «Системы оперативного управления» систем автоматизации Национального центра управления в кризисных ситуациях (НЦУКС) МЧС России входит геоинформационная подсистема — ГИС НЦУКС МЧС РФ. Она работает на базе геоинформационного программного обеспечения ArcGIS компании ESRI [20] и обеспечивает ввод информации, ее обработку, использование множества различных карт территорий и вспомогательных модулей для оперативного решения задач НЦУКС (модули расчета и прогнозирования развития ситу-

ации, инструменты интеграции с внешними системами и т. д.). Интегрирующая роль ГИС заключается в возможностях сбора, анализа, предоставления разнородной информации [21—23], ее представления в картографической форме с получением целостной картины ЧС, выяснения места и времени событий, а также причин и оценки возможных последствий.

На практическом уровне для использования в ГИС данных, источником которых являются сервисы социальных сетей, необходимо произвести их картографирование — определение местоположения сообщений (или группы сообщений, объединенных по какому-либо признаку) и нанесение на карту. Рассмотрим последовательно эти две составляющие задачи картографирования сообщений социальных сетей.

Для решения первой из них необходимо иметь географически значимую информацию, которую можно вычленил из самого сообщения или его атрибутов: географические координаты (широту и долготу), адрес (или часть адреса), ссылки на известные географические объекты (например, заданные следующим образом «Вблизи Саяно-Шушенской ГЭС»). Отметим здесь, что наиболее удобным для картографирования является задание географического положения с помощью координат.

Как упоминалось выше, сервисы социальных сетей могут предоставлять с помощью собственного API дополнительную служебную информацию о пользователях, их сообщениях, а также таких специфических объектах, как «места», «события» и т. д. Популярны социальные сети, такие как ВКонтакте, Facebook, Twitter, имеют в составе API ряд web-методов, которые позволяют определить географическое положение самого пользователя, его сообщения или некоторого произведенного действия (фотографирования, пребывания в определенном месте и т. д.). Используя такие методы API для определения местоположений из социальных сетей в составе программного приложения, анализирующего в том числе эмоциональную окраску сообщений, и формируя набор новых географических объектов (отметок на карте), решается вторая составляющая задачи картографирования сообщений социальных сетей, то есть нанесение их на карту.

Для решения поставленных задач было разработано соответствующее программное обеспече-

ние. Далее приводятся результаты его работы. Пример картографирования небольшой части твитов об урагане «Гони» в западной части Тихого океана в 2015 г. и сформированных по хештегу *#Goni* приведен на рис. 3. На карте синими флажками с птичкой (значок Twitter) отмечены места, откуда было послано сообщение. При нажатии на флажок появляется окно сообщения, где можно прочитать его целиком.

Подготовленная таким образом карта может использоваться в составе ГИС, входящих в оперативные информационно-аналитические центры служб спасения и экстренного реагирования. Другими словами, следуя декларируемой цели обобщать и анализировать всю доступную информацию ЧС, карты на основе социальных сетей могут использоваться при принятии управленческих решений в условиях ЧС.

Заключение

В условиях возникновения ЧС важна любая информация, проливающая свет на то, что происходит в зоне бедствия. Особенно ценными являются сведения из первых рук с места событий. Ввиду специфики ЧС получить их непросто и на это нужно время. При этом любые данные, уточняющие обстановку с места событий, жизненно важны в подобных условиях. В данном исследовании мы обращаемся к задаче получения информации, которую возможно собрать еще до того момента, когда звено разведки и другие подразделения служб экстренного реагирования оказываются в зоне бедствия.

В настоящее время это направление исследований является актуальным и развивается в Америке и Европе. Есть важные результаты этих изысканий, выраженные в спасенных человеческих жизнях, примеры реальной работы ученых, специалистов, волонтеров в ЧС с подобного рода разработками. В России данное направление в настоящее время еще не достаточно развито. Это связано с меньшей распространенностью сети Интернет и частотой использования социальных сетей. Но прогресс не стоит на месте, число интернет-пользователей увеличивается, а вместе с тем растут возможности информационных технологий в сфере противодействия ЧС.

В статье предложена концепция использования сервисов социальных сетей для информационной

поддержки управленческих решений по ликвидации ЧС с применением геоинформационных технологий для повышения оперативности реагирования на ЧС, улучшения точности и качества обработки поступающей информации. Применение разработанного ПО позволяет в автоматизированном режиме проводить анализ большого массива сообщений пользователей социальных сетей, ставших свидетелями чрезвычайной ситуации, и получать аналитический результат в виде интерактивных карт и таблиц.

Темой дальнейших исследований станет совершенствование методики и разработанного программного обеспечения для решения прямых и обратных задач (уточнение информации о зоне ЧС при наличии информации о ее возникновении и раннее обнаружение ЧС по анализу потока сообщений) и интеграция полученных результатов с единой информационной системой управления в ЧС.

Литература

1. Hurricane/Post-Tropical Cyclone Sandy October 22—29, 2012: Service Assessment / NOAA. May, 2013. URL: <http://www.nws.noaa.gov/os/assessments/pdfs/Sandy13.pdf> (дата обращения: 23.10.2015).
2. Федорук В.С., Попов П.А., Федотов С.Б. Отчет о научно-практической работе «Основные пути повышения эффективности применения аварийно-спасательных служб при ликвидации чрезвычайных ситуаций» // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2013. Вып. № 1. Т. 3. С. 213—231. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-puti-povysheniya-effektivnosti-primeneniya-avariyno-spatelnyh-sluzhb-pri-likvidatsii-chrezvychaynyh-situatsiy#ixzz3pFMnmhU9> (дата обращения: 23.10.2015).
3. Юсупова Н.И., Еникеева К.Р. Системный анализ и модели поддержки принятия решений при стратегическом управлении аварийно-спасательным формированием // Вестник УГАТУ = Vestnik UGATU. 2013. Т. 17. № 5 (58). С. 3—11. URL: <http://journal.ugatu.ac.ru/index.php/vestnik/article/view/470/743> (дата обращения: 25.10.2015).
4. Enikeeva K.R., Rizvanov D.A., Belyushin A.I., Khamidulin V.R. Forming of Rescue Subdivisions Based on the Level of Training and Psychological Compatibility with the Use of Multi-agent Approach // Вестник УГАТУ = Vestnik UGATU. 2013. Т. 17. № 6. С. 61—64. URL: <http://journal.ugatu.ac.ru/index.php/vestnik/article/view/731/639> (дата обращения: 25.10.2015).
5. Юсупова Н.И., Еникеева К.Р. Концепция поддержки принятия решений при стратегическом планировании и управлении силами и средствами противодействия чрезвычайным ситуациям // Информационные технологии и системы: Сб. тр. 3-й междунар. науч. конф. Челябинск, 2014. С. 122—124. URL: http://iit.csu.ru/content/docs/science/itis2014/ITiS_2014.pdf (дата обращения: 23.10.2015).
6. Колодкин В.М., Яценко А.А. Геолокационная краудсорсинговая система «Карта безопасности» в информировании и подготовке населения к реагированию на чрезвычайные ситуации // Проблемы анализа риска. 2013. Т. 10, № 3. С. 54—58.
7. Твиттер // Википедия. [2015—2015]. Дата обновления: 05.08.2015. URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=72563169> (дата обращения: 07.10.2015).
8. Palmer J. Emergency 2.0 is coming to a website near you // New Scientist. Volume 198, Issue 2654. 3 May 2008. P. 24—25.
9. Морозова Е.В., Мирошниченко И.В. Сетевые сообщества в условиях чрезвычайных ситуаций: типы поведения акторов // Человек. Сообщество. Управление. 2010. № 4. С. 16—24. URL: http://chsu.kubsu.ru/arhiv/2010_4/2010_4_MorozovaMiroshnichenko.pdf (дата обращения: 23.10.2015).
10. Macleod I. Infographic: Social media's impact on natural disasters // The Drum.com. 14 April 2014. URL: <http://www.thedrum.com/news/2014/04/14/infographic-social-medias-impact-natural-disasters> (дата обращения: 23.10.2015).
11. Yasin R. 5 ways to use social media for better emergency response // GCN.com. 02 Sep 2010. URL: <http://gcn.com/articles/2010/09/06/social-media-emergency-management.aspx> (дата обращения: 23.10.2015).
12. Tapia A., Moore K., Johnson N. Beyond the trustworthy tweet: a deeper understanding of microblogged data use by disaster response and humanitarian relief organizations // Proceedings of the 10th International ISCRAM Conference. Baden-Baden, Germany. May 2013. P. 770—779. URL: <http://www.iscrum.org/legacy/ISCRAM2013/files/121.pdf> (дата обращения: 23.10.2015).
13. MacEachren A.M., Jaiswal A., Robinson A.C., Pezanowski S., Saveliev A., Mitra P., Zhang X., Blanford J. SensePlace2: GeoTwitter analytics support for situation aware-

- ness // IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology. Providence, RI. 2011. P. 181—190.
14. Caragea C., Squicciarini A., Stehle S., Neppalli K., Tapia A. Mapping moods: geo-mapped sentiment analysis during hurricane Sandy // Proceedings of the 11th International ISCRAM Conference. University Park, Pennsylvania, USA. May 2014. P. 642—651. URL: <http://iscram2014.ist.psu.edu/sites/default/files/misc/proceedings/p29.pdf> (дата обращения: 23.10.2015).
 15. Starbird K., Munzy G., Palen L. Learning from the crowd: collaborative filtering techniques for identifying on-the-ground twitterers during mass disruptions // Proceedings of the 9th International ISCRAM Conference. Vancouver, Canada. April 2012. P. 1—10.
 16. Журавлев Ю. И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания и классификации // Проблемы кибернетики. М.: Наука, 1978. Вып. 33. С. 5—68.
 17. Юсупова Н.И., Иванова Е.И., Фаттахов Р.В., Сметанина О.Н. Информационное обеспечение управления и контроля: Монография. М.: Машиностроение, 2008. 279 с.
 18. Пак А. Обучаем компьютер чувствам (sentiment analysis по-русски) // Хабрахабр. 15 августа 2012. URL: <http://habrahabr.ru/post/149605/> (дата обращения: 23.10.2015).
 19. Фалеев М.И., Быков А.А. О развитии ГИС-технологий управления рисками чрезвычайных ситуаций // Проблемы анализа риска. 2012. Т. 9. № 5. С. 4—11.
 20. Некрасова Е. «Горячие точки» на карте страны // Компьютерра. 26 февраля 2013. URL: <http://www.computerra.ru/cio/2338> (дата обращения: 23.10.2015).
 21. Абдуллин А.Х., Арсланов А.А., Линник Е.В. Использование геоинформационных технологий для мониторинга лесных пожаров в Республике Башкортостан // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2012. № 33. С. 3—6. URL: http://www.science-bsea.bgita.ru/2012/les_komp_2012/abdullin_ispolz.htm (дата обращения: 23.10.2015).
 22. Абдуллин А.Х., Давлетбакова З.Л., Павлов С.В. Планирование границ санитарно-защитных зон в ArcGIS с использованием инструментов нечеткой логики // ArcReview. 2012. № 3 (62). С. 36—47. URL: http://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=7821&SECTION_ID=252 (дата обращения: 23.10.2015).
 23. Абдуллин А.Х., Давлетбакова З.Л., Ремезова Ф.М., Христовуло О. И. Автоматизированная система ведения реестра территорий, загрязненных нефтепродуктами для министерства природопользования и экологии РБ на основе ГИС-технологий // Уральский экологический вестник. 2010. № 4. С. 51—55.

Сведения об авторах

Еникеева Карина Рафаэлевна: кандидат технических наук, доцент, Уфимский государственный авиационный технический университет

Количество публикаций: 46

Область научных интересов: системный анализ, искусственный интеллект, геоинформационные системы, моделирование социально-экономических систем, управление рисками, защита в чрезвычайных ситуациях

Контактная информация:

Адрес: 450000, Уфа, К. Маркса, д. 12, лаб. 6-417а

Тел.: +7 (905) 35-00319

E-mail: k.r.enikeeva@gmail.com

Абдуллин Айдар Хайдарович: кандидат технических наук, доцент, Уфимский государственный авиационный технический университет

Количество публикаций: 45

Область научных интересов: геоинформационные системы, базы данных, модели неопределенности, чрезвычайные ситуации

Контактная информация:

Адрес: 450000, Уфа, К. Маркса, д. 12, лаб. 6-302

Тел.: +7 (347) 273-7733

E-mail: a.kh.abdullin@gmail.com

Христовуло Ольга Игоревна: доктор технических наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет

Количество публикаций: 121

Область научных интересов: геоинформационные системы, базы данных, корпоративные информационные системы

Контактная информация:

Адрес: 450000, Уфа, К. Маркса, д. 12, лаб. 6-410

Тел.: +7 (347) 273-7733

E-mail: o-hristodulo@mail.ru

Исаева (Юсупова) Юлия Ириковна: магистр, Уфимский государственный нефтяной технический университет

Количество публикаций: 3

Область научных интересов: геоинформационные системы, социальные сети, анализ тональности текста

Контактная информация:

Адрес: 450083, Уфа, Зорге, д. 31, кв. 94

Тел.: +7 (917) 416-8558

E-mail: yuliya.yusupova@mail.ru

УДК 004.81

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Результаты системно-динамического моделирования процесса информирования населения при химической аварии

Р. А. Дурнев,
А. С. Котосонова,
Р. Л. Галиуллина,
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
г. Москва

Аннотация

В предыдущей статье приведена системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте с помощью сервисов сотовой связи. В настоящей статье приведены результаты моделирования действий людей в указанных условиях, позволяющие определить рациональную частоту рассылки сообщений и оценить вклад информирования в реализацию защитных мероприятий. Данные результаты положены в основу рекомендаций по информированию населения в условиях чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: системно-динамическая модель, авария, химически опасный объект, информирование населения, сообщение, защитные действия, моделирование, машинный эксперимент.

Содержание

Введение

1. Моделирование зависимости потерь населения от скорости распространения АХОВ
2. Моделирование зависимости потерь населения от вероятности правильных действий людей
3. Моделирование зависимости потерь населения от темпа его оповещения

Заключение

Литература

Введение

В предыдущей статье [1] описана системно-динамическая (поток-уровневая) модель процесса действий населения в зоне заражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ) при аварии на химически опасном объекте (ХОО). Предполагалось, что ее применение в различных программных средах позволит определить рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью различных сервисов сотовой связи, оценить отдельные психофизиологические и психосемантические аспекты обработки человеком предупреждающей информации — закономерности ее понимания, усвоения, реализации последующих действий, определить общий вклад в реализацию правильных защитных мер.

Скриншот схемы данной модели, представленной в программной среде Anylogic 7.1.2, показан на рис. 1.

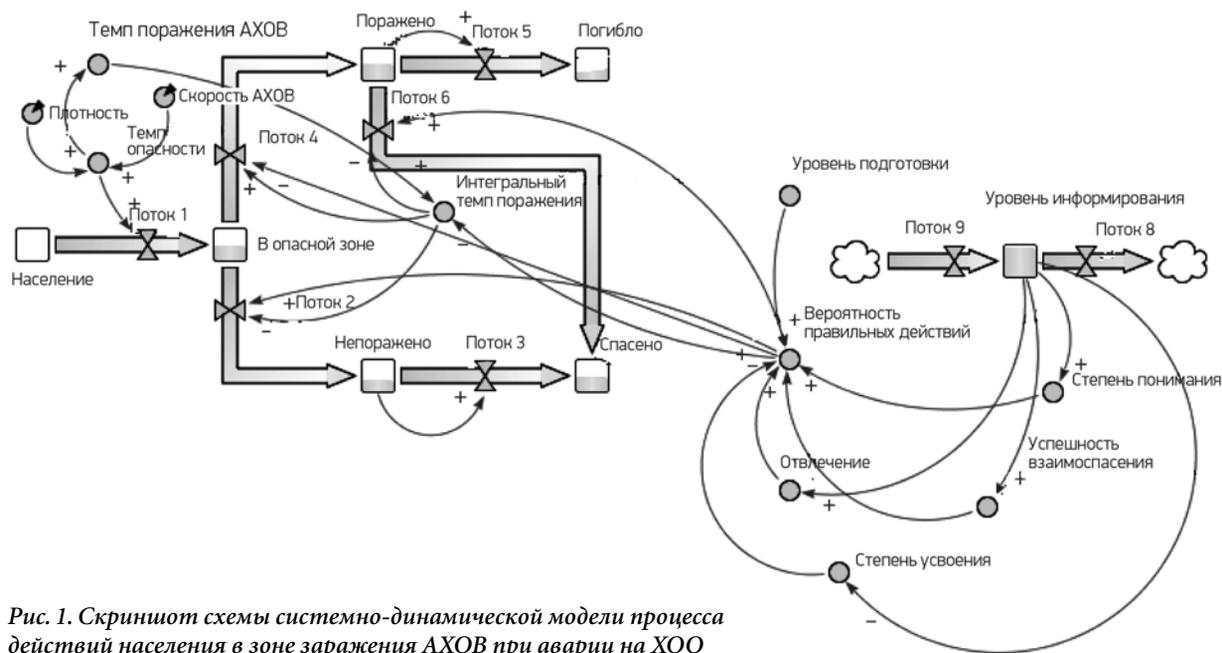


Рис. 1. Скриншот схемы системно-динамической модели процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО

1. Моделирование зависимости потерь населения от скорости распространения АХОВ

Вначале проводились машинные (на ПЭВМ) эксперименты, в которых моделировались потоки погибших и спасенных людей при воздействии на них АХОВ без учета уровня их информированности (без правой части схемы на рис. 1). Из графика на рис. 2 видно, что зависимость количества погибших и спасенных человек от площадной скорости распространения АХОВ ($V_{s\text{ АХОВ}}$) имеет линейный характер. Количество спасенных человек значительно превышает количество погибших по причине незначительных концентрации указанных веществ и скорости их распространения.

2. Моделирование зависимости потерь населения от вероятности правильных действий людей

В последующих машинных экспериментах моделировались потоки людей при воздействии на них АХОВ уже с учетом уровня информированности. Для этого вначале оценивалась зависимость количества погибших и спасенных людей от таких составляющих переменной «вероятность правильных действий», как «вероятность правильного понима-

ния информации» ($P_{\text{пон}}$), «вероятность отвлечения на понимание и усвоение информации» ($P_{\text{отвл}}$), «вероятность усвоения информации» ($P_{\text{усв}}$) и «вероятность успешной само- или взаимопомощи после информирования» ($P_{\text{спас}}$) (см. [1]). При этом потоки сообщений, влияющие на данные вероятности в соответствии с формулами и графиками, приведенными в статье [1], на данном этапе не реализовывались.

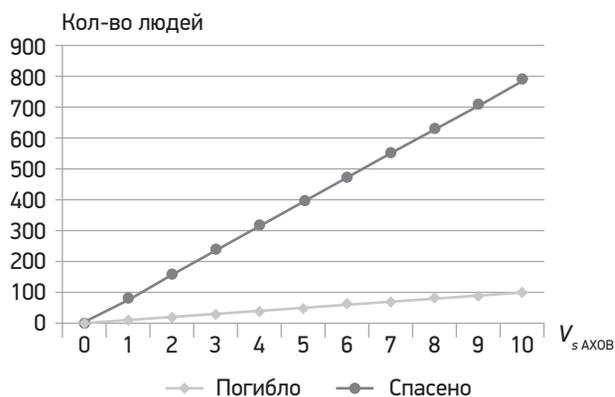


Рис. 2. Зависимость количества погибших и спасенных людей от площадной скорости распространения АХОВ

Для оценки указанных зависимостей в разных сериях машинных экспериментов значения одной из указанных составляющих изменялись от 0 до 0,8 с шагом 0,1. Одновременно с этим другие составляющие переменной «вероятность правильных действий», а также все остальные входные переменные модели (площадная скорость распространения АХОВ, время его действия и т. п.) фиксировались на определенном уровне, т. е. учитывались в качестве констант. Полученные графики зависимости количества погибших и спасенных людей от различных составляющих вспомогательной переменной «вероятность правильных действий» представлены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что указанные зависимости являются однотипными — монотонными, нелинейными (экспоненциальными). При этом количество спасенных возрастает, а погибших уменьшается при росте $P_{\text{пон}}$, $P_{\text{усв}}$, $P_{\text{спас}}$ и уменьшении $P_{\text{отвл}}$. Определенное различие указанных зависимостей заключается в скорости возрастания либо убывания количества погибших и спасенных людей. Так, например, для

значений аргумента (вероятности), равных 0,8, значения функции примерно равны:

- 800 спасенных и 100 погибших для $P_{\text{пон}}$;
- 700 погибших и 200 спасенных для $P_{\text{отвл}}$;
- 850 спасенных и 50 погибших для $P_{\text{усв}}$;
- 750 спасенных и 150 погибших для $P_{\text{спас}}$.

В этой связи можно заключить, что на переменную «вероятность правильных действий» большее влияние оказывает «вероятность усвоения информации» и «вероятность правильного понимания информации» и меньшее — «вероятность успешной само- или взаимопомощи после информирования» и «вероятности отвлечения на понимание и усвоение информации».

3. Моделирование зависимости потерь населения от темпа его оповещения

Следующие машинные эксперименты проводились для оценки зависимости количества погибших и спасенных людей от среднего темпа оповещения

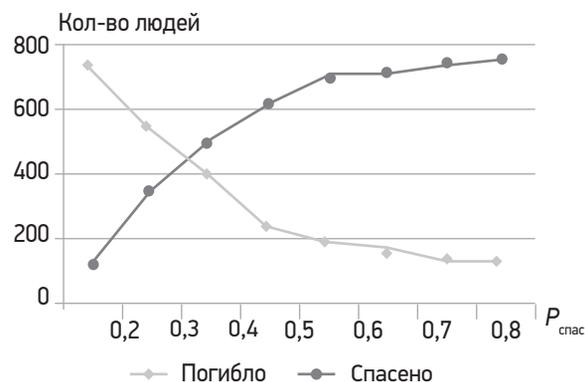
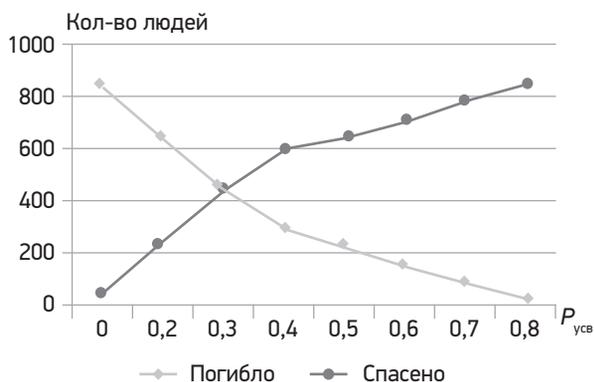
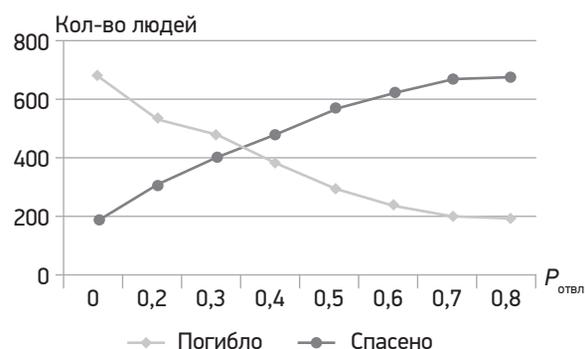
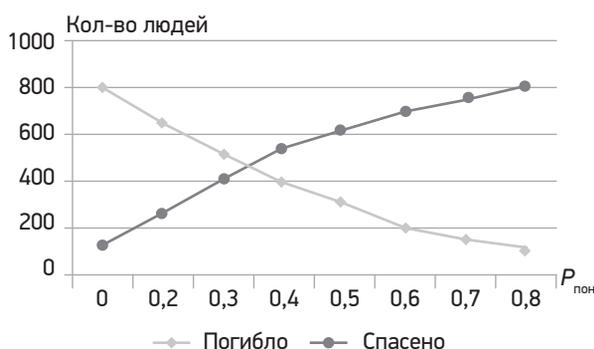


Рис. 3. Зависимость количества погибших и спасенных людей от составляющих переменной «вероятность правильных действий»

населения с помощью текстовых сообщений (τ , количество сообщений в единицу времени, ед./ч).

Для оценки указанных зависимостей в разных сериях машинных экспериментов значения одной из рассматриваемых составляющих ($P_{\text{пон}}$, $P_{\text{отвл}}$, $P_{\text{усв}}$ или $P_{\text{спас}}$) изменялись в соответствии с потоком сообщений, показанным в правой части схемы на рис. 1. Одновременно с этим другие составляющие переменной «вероятность правильных действий» фиксировались на определенном уровне.

Характер большинства вышеприведенных зависимостей показывает (рис. 4), что есть рациональное число сообщений в единицу времени, до которого количество погибших снижается и после него растет, а количество спасенных растет и потом снижается. Это связано с тем, что при получении дополнительных сообщений увеличивается количество информации, объясняющей порядок действий при аварии на ХОО, и вероятность правильных дей-

ствий людей растет. В то же время при превышении рационального числа сообщений в единицу времени количество спасенных убывает (количество погибших увеличивается) в связи с тем, что люди получают избыточную информацию, теряются, возникает информационный шум, который мешает принимать правильные и быстрые решения.

Исключением является график «вероятности отвлечения на понимание и усвоение информации». Его интерпретация может быть связана с тем, что чем больше сообщений человек получает, тем больше тратит времени на выполнение защитных мероприятий. При этом в условиях дефицита времени при воздействии поражающих факторов в зоне заражения АХОВ увеличивается количество погибших и уменьшается количество спасенных людей.

В следующей серии машинных экспериментов оценивалась зависимость количества спасенных людей от темпа сообщений. Для этого учитывались

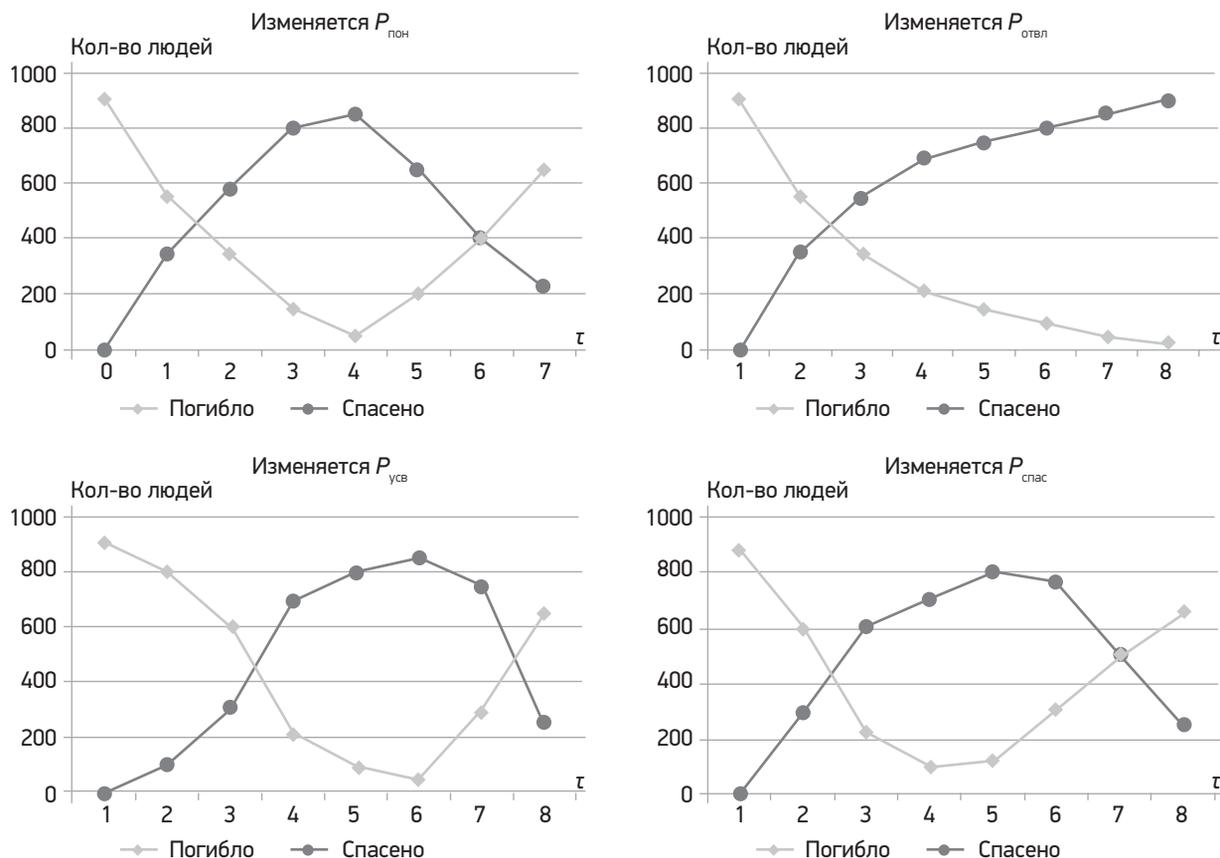


Рис. 4. Зависимость количества погибших и спасенных людей от количества сообщений в единицу времени



Рис. 5. Зависимость количества спасенных людей от темпа сообщений

все входные переменные модели, а также вышерассмотренные составляющие переменной «вероятность безопасных действий» ($P_{\text{пон}}$, $P_{\text{отвл}}$, $P_{\text{усв}}$ и $P_{\text{спас}}$), которые изменялись в зависимости от числа сообщений в единицу времени по формулам, приведенным в статье [1].

На (рис. 5) приведен график зависимости количества спасенных людей от темпа сообщений.

Из рис. 5 видно, что рациональное число сообщений в единицу времени для площадной скорости распространения АХОВ (соответствующей скорости ветра около 3 м/с) составляет 4 (ед./ч). Для того чтобы установить рациональное число текстовых сообщений в час при различных параметрах развития аварии на ХОО, зависящих в связи с особенностями модели в основном от скорости ветра, проводилась очередная серия машинных экспериментов.

Из графика на рис. 6, построенного по их результатам, видно, что если площадная скорость распространения АХОВ незначительная (при скорости ветра около 2 м/с), то рациональным числом является 6—8 сообщений за час.

Это связано с тем, что облако зараженного воздуха распространяется достаточно медленно и люди в спокойной обстановке успевают прочесть и усвоить сообщения. При этом скорость изменения параметров обстановки незначительная, поэтому содержание сообщений, отправленных в разное время, не противоречит друг другу.

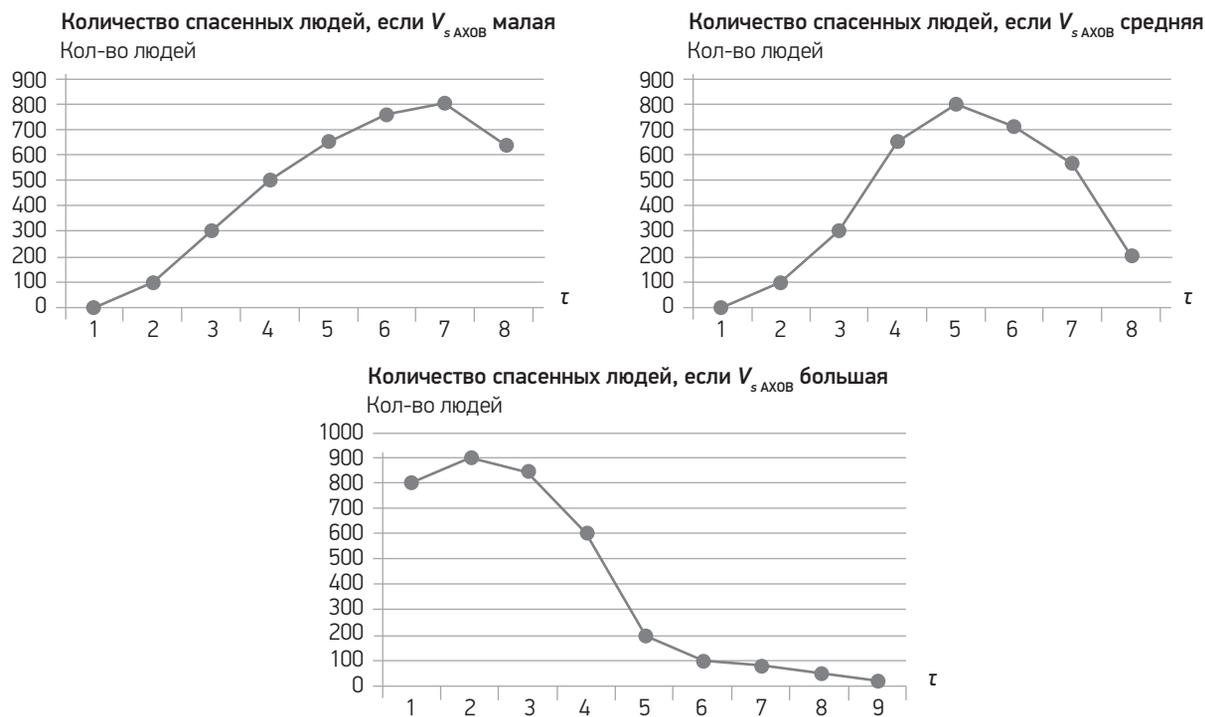


Рис. 6. Зависимость количества спасенных людей от темпа сообщений с учетом площадной скорости распространения АХОВ

При увеличении $V_{s, \text{АХОВ}}$ (соответствующая скорость ветра около 4 м/с) рациональное число сообщений уменьшается и становится равным 4—6 сообщениям в час. И, наконец, при значительной площадной скорости распространения АХОВ (при скорости ветра около 6 м/с), когда поражающие факторы действуют быстро, рациональным числом сообщений может быть 1—2 сообщения в час. С помощью данных сообщений должны доводиться до населения только самые необходимые, первоочередные действия, связанные, например, с эвакуацией в сторону, перпендикулярную направлению движения облака зараженного воздуха, а также укрытием в подвальных помещениях или на верхних этажах зданий в зависимости от плотности АХОВ.

С учетом сказанного в работе [2] даны рекомендации по содержанию и частоте доведения сообщений до населения.

Заключение

Таким образом, приведены результаты машинных экспериментов с системно-динамической моделью процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО с учетом уровня информированности людей. Данные результаты позволили оценить влияние закономерностей понимания и усвоения предупреждающей информации на реализацию правильных защитных мер, а также установить рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью различных сервисов сотовой связи. Это, в свою очередь, являлось основой для разработки рекомендаций по структуре и содержанию текстовых сообщений, содержащих информацию о характере чрезвычайной ситуации, прогнозе ее развития, первоочередных (до прибытия спасательных служб) мерах само- и взаимопомощи населения в условиях опасности.

Литература

1. Дурнев Р.А., Котосонова А.С., Галиуллина Р.Л. Системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте // Проблемы анализа риска. 2015. Т. 12. № 2.
2. Галиуллина Р.Л. Разработка методических рекомендаций по информированию населения в условиях аварии на химически опасном объекте на базе системно-ди-

намического моделирования: Выпускная квалификационная работа. М.: МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2015. 55 с.

Сведения об авторах

Дурнев Роман Александрович: доктор технических наук, доцент, заместитель начальника института Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)»

Количество публикаций: 311

Область научных интересов: поддержка принятия решений в области безопасности жизнедеятельности

Контактная информация:

Адрес: 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (499) 233-25-62

E-mail: rdurnev@rambler.ru

Котосонова Алена Сергеевна: младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)»

Количество публикаций: 25

Область научных интересов: поддержка принятия решений в области безопасности жизнедеятельности

Контактная информация:

Адрес: 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (499) 445-45-07

E-mail: kot_alenka@mail.ru

Галиуллина Рената Линаровна: лаборант-исследователь Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)»

Количество публикаций: 9

Область научных интересов: поддержка принятия решений в области безопасности жизнедеятельности

Контактная информация:

Адрес: 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (499) 445-12-13

E-mail: galiullinarenata@mail.ru

УДК 614.84

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Снижение пожарного риска в зданиях с массовым пребыванием людей

В.М. Колодкин,
Б.В. Чирков,
ФГБОУ ВПО «Удмуртский
государственный университет»,
г. Ижевск

Аннотация

В статье обсуждается индивидуальный пожарный риск и способы его снижения. Обоснована необходимость построения системы управления эвакуацией людей из здания при пожаре, которая позволит снизить пожарный риск. Описана модель движения людских потоков в здании, которая дает минимальное время эвакуации из здания — RINTD-Evac. Изложены результаты тестирования модели и сравнения ее с Pathfinder и FDS+Evac. Представлено применение программного комплекса RINTD-Evac для проектирования ограничений, которые направлены на уменьшение индивидуального пожарного риска в зданиях.

Ключевые слова: пожарный риск, поиск ограничений, снижение пожарного риска, компьютерное моделирование, людские потоки.

Содержание

Введение

1. Моделирование движения людских потоков при эвакуации из здания
 2. Тестирование модели
 3. Проектирование эксплуатационных ограничений, направленных на снижение пожарного риска
- Заключение
Литература

Введение

Если здание отвечает всем требованиям, которые определены Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности [1], то оно подлежит эксплуатации без каких-либо ограничений. Вместе с тем в практике встречаются случаи, когда здание, в силу конструктивных особенностей, не полностью отвечает требованиям [1], численное значение величины пожарного риска Q_B превышает предельно допустимое значение $Q_B^* = 10^{-6}$, но существует область эксплуатационных ограничений, выполнение которых обеспечивает возможность эксплуатации здания, но с определенными ограничениями. То есть при определенных ограничениях достигается приемлемая величина индивидуального пожарного риска Q_B . К эксплуатационным ограничениям могут относиться, например, ограничения на численность людей или полный запрет на нахождение людей в некоторых помещениях здания. Также возможны ограничения, связанные с эксплуатацией отдельных частей здания, до установки в них, например, технических систем раннего обнаружения пожара и т. д.

Задача состоит в поиске приемлемых эксплуатационных ограничений, которые допускают эксплуатацию здания, но с определенными ограничениями.

В соответствии с [2] здание допускается к эксплуатации, если для наиболее неблагоприятного сценария с пожаром в здании величина индивидуального пожарного риска Q_B отвечает условию

$$Q_B = Q_{\Pi} \cdot (1 - K_{АП}) \cdot P_{\PiР} \cdot (1 - P_{Э}) \times (1 - K_{ПЗ}) \leq 10^{-6}, \quad (1)$$

где $K_{ПЗ}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, —

$$K_{ПЗ} = 1 - (1 - K_{ОБН} \cdot K_{СОУЭ}) \cdot (1 - K_{ОБН} \cdot K_{ПДЗ}), \quad (2)$$

где $K_{ОБН}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{СОУЭ}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{ПДЗ}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Из выражения (1) следует, что

$$P_{Э} \geq 1 - 10^{-6} / (Q_{\Pi} \cdot (1 - K_{АП}) \cdot P_{\PiР} \cdot (1 - K_{ПЗ})). \quad (3)$$

Для определенности рассмотрим здание учебного корпуса образовательного учреждения. Для здания, в соответствии с [2], положим $Q_{\Pi} = 4 \cdot 10^{-2}$; $K_{АП} = 0$, т. к. здание не оборудовано системой автоматического пожаротушения; $P_{\PiР} = 0,512$, т. к. временной интервал присутствия людей в учебном корпусе составляет 12,3 часа; $K_{ОБН} = 0,8$, т. к. учебный корпус оборудован системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности; $K_{СОУЭ} = 0,8$, т. к. здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. $K_{ПДЗ} = 0$, т. к. здание не оборудовано системой противодымной защиты.

При численных значениях параметров, отвечающих зданию учебного корпуса, в соответствии с (2) имеем $K_{ПЗ} = 0,8704$. Тогда из условия (3) вероятность эвакуации людей из здания должна отвечать условию

$$P_{Э} \geq 0,999623. \quad (4)$$

Фактически условие (4) означает, что при любом сценарии, из любого помещения в здании люди должны эвакуироваться ранее, чем путь эвакуации будет заблокирован опасными факторами пожара. Если временной интервал блокирования путей эвакуации — $\Delta t_{об}$; временной интервал обнаружения пожара — $\Delta t_{об}$; временной интервал оповещения людей о пожаре $\Delta t_{оп}$; временной интервал задержки эвакуации, учитывающий психофизические качества человека, — $\Delta t_{пч}$; временной интервал эвакуации людей из здания — $\Delta t_{э}$, то условие (4) будет безусловно выполнено, если

$$\Delta t_{об} + \Delta t_{оп} + \Delta t_{пч} + \Delta t_{э} \leq K \cdot \Delta t_{об}, \quad (5)$$

где коэффициент надежности, по аналогии с [2], можно положить $K = 0,8$. В выражении (5) временные интервалы $\Delta t_{об}$, $\Delta t_{об}$ отсчитываются с момента возникновения пожара.

Величина времени блокирования путей эвакуации $\Delta t_{об}$ определяется имманентными свойствами здания. И, следовательно, этой величиной в общем случае управлять затруднительно.

Интервал времени $\Delta t_{об}$ определяется характеристиками системы обнаружения пожара; $\Delta t_{оп}$ определяется техническими характеристиками системы оповещения (инерционностью системы оповещения). Численные значения $\Delta t_{об}$, $\Delta t_{оп}$ могут варьироваться в широком диапазоне значений [3], но эти временные интервалы могут быть доведены до величин, близких к нулю. Поэтому численное значение левой части неравенства (5) определяется значениями $\Delta t_{пч}$ и $\Delta t_{э}$, которые в значительной степени зависят от возможностей системы управления эвакуацией людей во время пожара. Следовательно, необходимым условием снижения пожарного риска является построение такой системы управления эвакуацией людей из здания при пожаре, которая обеспечивает минимальное время эвакуации. При этом можно ожидать, что и эксплуатационные ограничения будут минимальны.

1. Моделирование движения людских потоков при эвакуации из здания

Необходимость снижения величины индивидуального пожарного риска, необходимость поиска эксплуатационных ограничений для здания с точки зрения обеспечения пожарной безопасности людей требуют создания динамической системы управления эвакуацией, обеспечивающей $\min(\Delta t_e)$.

В основе управления эвакуацией лежит математическая модель движения людских потоков в здании в условиях пожара. Нужно отметить, что современные модели эвакуации в основном направлены на учет индивидуальных особенностей поведения человека в условиях пожара. Модели реализованы в виде соответствующих программных комплексов. Наиболее известными и распространенными являются программные комплексы: Pathfinder [4], FDS + Evac [5], STEPS [6]. Однако модели и соответствующие программные комплексы ориентированы на моделирование процесса эвакуации людей из здания, но не на управление эвакуацией.

Для целей управления эвакуацией людей из здания в условиях пожара разработана модель движения людских потоков RINTD-Evac, которая обеспечивает:

- минимальное время освобождения помещений здания с учетом развития пожара;
- изменение направления движения людских потоков в здании с учетом динамики развития пожара.

Траектории движения людских потоков проектируются в динамическом режиме исключительно по помещениям, где опасные факторы пожара (температура, концентрация дыма и газов, выделяющихся при пожаре, концентрация кислорода) находятся в допустимых пределах.

Программный комплекс, реализующий модель движения людских потоков RINTD-Evac, функционирует с использованием предварительно сформированной пространственно-информационной модели (ПИМ) здания и с результатами моделирования развития пожара в здании. Пространственно-информационная модель здания (RINTD-ПИМ) представляется в виде совокупности полигонов и связей между полигонами [7]. Каждый полигон имеет набор характеристик в зависимости от его

типа (внутренний дверной проем, эвакуационный выход, межэтажная лестница, помещение и т. д.). Для создания ПИМ здания используется геоинформационная система QGIS [8] со специализированным модулем (RINTD-QGIS). Результат работы модуля RINTD-QGIS хранится в формате JSON. Для целей моделирования эвакуации людей ПИМ здания преобразуется в совокупность поэтажных разностных сеток и совокупность разностных сеток на переходах между этажами.

Результаты моделирования пожара в здании (прогнозирование последствий развития аварийного сценария) передаются в программный комплекс RINTD-Evac в виде временной функции блокирования помещений здания опасными факторами пожара. Принимается допущение, что процесс эвакуации не влияет на процесс пожара в здании.

Модель RINTD-Evac построена на экспериментально установленной зависимости скорости перемещения людей от количества людей в ближайшем окружении [9]:

$$V_{Dj} = V_{0j} \cdot \left(1 - a_j \cdot \ln \frac{D_i}{D_{0j}} \right), \quad (6)$$

где V_{0j} — случайная величина скорости свободного движения (при отсутствии влияния окружающих людей), зависящая от вида пути j ;

a_j — коэффициент, определяющий степень влияния плотности людского потока при движении по j -му виду пути;

D_i — текущее значение плотности потока;

D_{0j} — пороговое значение плотности потока, по достижении которого плотность становится фактором, влияющим на скорость движения.

Коэффициенты, входящие в (6), представлены в табл. 1 [9].

Значения коэффициентов a_j и D_{0j} в зависимости от вида пути Таблица 1

Вид пути	a_j	D_{0j} , чел./м ²
Горизонтальный в зданиях	0,295	0,51
Проем	0,295	0,65
Лестница вниз	0,400	0,86
Лестница вверх	0,305	0,67

Предельная плотность людей принимается равной

$$D_{max} = 5 \frac{\text{чел.}}{\text{м}^2}.$$

При этом значении плотности не происходит компрессионного сдавливания людей, которое не может учитывать модель.

Разностные сетки, применяемые в модели RINTD-Evac, представляются в виде множества неориентированных графов с выделенными вершинами (корневой граф) $G_m = (V, E)$, $m \in N$, где m — номер графа, N — количество элементов разностной сетки, которые принадлежат эвакуационным выходам, V — непустое множество вершин, E — множество ребер.

Поиск путей по каждому графу G от произвольной вершины до корня (до элемента эвакуационного выхода) осуществляется по измененному алгоритму Дейкстры [10], где вес ребра определяется по следующим правилам:

1. Вес первого ребра, которое соединяет элемент эвакуационного выхода с вершиной графа m , рассчитывается по формуле:

$$t_{i,j,k,m}^p = \frac{h}{V_m^p}, \quad (7)$$

где j, i, k — координаты элемента на разностной сетке;

h — шаг разностной сетки;

V_m^p — скорость движения через эвакуационный выход, рассчитанная по соотношению (6);

m — номер графа;

p — номер ребра, $p \geq 0$.

2. Вес последующих, после первого, ребер рассчитывается по рекуррентной формуле:

$$t_{i,j,k,m}^p = t_{i,j,k,m}^{p-1} + \frac{h}{V_m^p}, \quad (8)$$

где V_m^p — скорость движения, рассчитанная по соотношению (1);

$p \geq 1$.

Обновление значений весов ребер по правилам (7) и (8) в пределах графа происходит на каждом расчетном шаге.

Программный продукт RINTD-Evac реализован на языке программирования Java и включает в себя три базовых модуля:

- моделирующая программа;
- графический интерфейс пользователя;
- интерфейс двухмерной визуализации результатов в режиме моделирования.

Программный комплекс моделирования базируется на алгоритме RINTD-Evac. Здание для комплекса RINTD-Evac представляется в формате RINTD-ПИМ. Графический интерфейс пользователя разработан с использованием графической библиотеки Java Swing.

Перед запуском программного комплекса необходимо указать:

- характеристики пространственно-временной разностной сетки;
- распределение людей по помещениям здания.

Запуск процедуры моделирования осуществляется через графический интерфейс пользователя. Интерфейс визуализации моделирования при работе программного комплекса позволяет наблюдать процесс движения людских потоков в здании. Процесс движения людских потоков отображается в виде изменения плотности людей в каждом элементе площади здания. Изменение плотности людей представляется изменением цветового градиента от желтого к красному, что соответствует изменению плотности от минимума до максимума.

Результатом работы программного комплекса моделирования является таблица распределения людей по помещениям здания в заданные моменты времени (табл. 2). Время эвакуации фиксируется по моменту выхода последнего человека из здания.

2. Тестирование модели

Для тестирования модели движения людских потоков при эвакуации людей из здания использовались результаты, представленные в работе [11]. В работе приводится сравнение результатов моделирования процесса эвакуации людей из здания, полученных на основе широко используемых моделей FDS+Evac [5] и Pathfinder [4]. Были использованы сопоставимые пространственно-информационные модели здания и совпадающее распределение людей по помещениям здания.

Распределение людей по помещениям по времени

Таблица 2

№	Момент времени t , мин									
	0,0	0,24	0,48	0,62	0,96	1,2	1,44	1,68	1,92	2,14
1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
143	0	9	18	14	8	7	8	0	0	0
145	0	1	2	2	1	1	0	0	0	0
166	0	9	24	40	40	29	27	19	7	0
205	0	9	26	24	24	19	12	8	2	0
368	20	15	15	15	15	10	0	0	0	0
605	0	28	36	36	36	36	24	9	0	0
607	0	4	5	6	7	6	3	2	0	0
609	0	31	45	30	18	3	0	0	0	0

На рис. 1 представлены графики зависимости количества людей в здании от времени, а в табл. 3 — численные значения характерных интервалов времени применительно к использованию моделей FDS+Evac, Pathfinder и RINTD-Evac.

Сопоставление численных значений для параметров эвакуационных процессов, полученных в рамках различных моделей, показывает, что характеристики различаются незначительно. По крайней мере для относительно простого здания, на котором сравнивались модели FDS+Evac и Pathfinder [11].

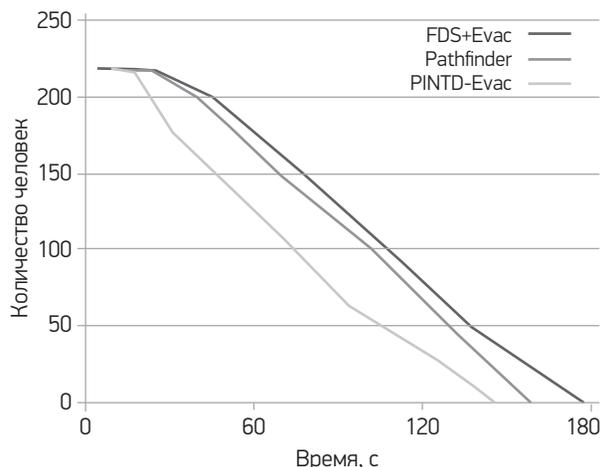


Рис. 1. Зависимость количества людей в здании от времени

Вместе с тем, как и следовало ожидать, специализированная модель RINTD-Evac приводит к минимальным временам эвакуации людей из здания.

Время эвакуации первого и последнего человека при использовании различных моделей эвакуации

Таблица 3

Модель	Время, с	
	t_1^*	$t_{эв}^{**}$
FDS+Evac	24	178
Pathfinder	22	159
RINTD-Evac	16,8	146

* t_1 — время выхода из здания первого человека, с.

** $t_{эв}$ — время выхода из здания последнего человека, с.

3. Проектирование эксплуатационных ограничений, направленных на снижение пожарного риска

В ряде случаев общественное здание по тем или иным параметрам не отвечает требованиям пожарной безопасности. Но вывод здания из эксплуатации связан с определенными экономическими потерями. В этом случае целесообразно выявить область эксплуатационных ограничений, с учетом которых эксплуатация здания экономически целесообразна. Очевидно, что экономическая целесообразность

эксплуатации здания будет возрастать с уменьшением эксплуатационных ограничений.

Эксплуатационные ограничения могут быть наложены на распределение пожарной нагрузки по помещениям здания, на распределение людей по помещениям здания и т. д. Проектирование эксплуатационных ограничений призвано обеспечить выполнение неравенства (5) для любого аварийного сценария и любого помещения в здании.

Для определенности рассмотрим здание учебного корпуса вуза, площадь которого $\approx 10\,000\text{ м}^2$ с числом студентов ≈ 2000 человек. Для здания построена пространственно-информационная модель и выделены три десятка сценариев, которые, по предварительным оценкам, являются наиболее опасными с точки зрения последствий. Выбор сценариев осуществляется методом экспертных оценок.

Моделирование развития опасных факторов пожара и расчет времени блокирования ими путей эвакуации производились с использованием интегральной математической модели [12]. Для наиболее опасных сценариев расчеты уточнялись с использованием полевой модели пожара и программного комплекса FDS [13]. Определение времени эвакуации с учетом динамики блокирования путей эвакуации осуществлялось с использованием программного продукта RINTD-Evac.

Исследования позволили выявить помещения, где нарушается условие (5), если в них находятся люди, то есть если планируется эксплуатировать здание, то эти помещения должны быть исключены для нахождения в них людей.

Другие помещения были исследованы на нахождение предельного количества человек, которые могут присутствовать в помещении.

На рис. 2 изображен план этажа здания, где находится исследуемое помещение. Цифрой 1 отмечено помещение, в котором происходит возгорание, цифрой 2 — исследуемое помещение. Помещение 1 имеет выход наружу, поэтому через него проходит ряд эвакуационных путей с этажа и путь из помещения 2.

На рис. 3 показан результат исследований — зависимость относительного времени эвакуации от количества людей в помещении. Отсюда следует, что предельное количество человек, которое может находиться в указанном помещении, равняется 38.

Ранние версии программного комплекса RINTD-Evac использовались при анализе пожарной безопасности зданий общеобразовательных учреждений [14], при ранжировании районов Удмуртской Республики по уровню пожарной опасности зданий общеобразовательных учреждений. При этом исследовалось 160 зданий, расположенных на территориях 24 районов Удмуртской Республики [15].

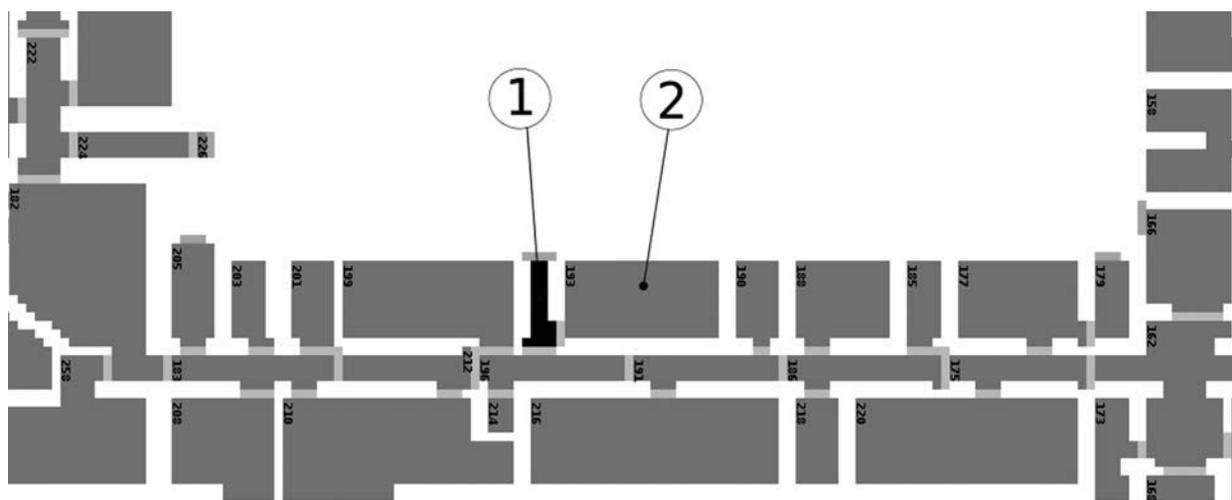


Рис. 2. План здания с указанием помещений сценария: 1 — помещение с пожаром, 2 — исследуемое помещение

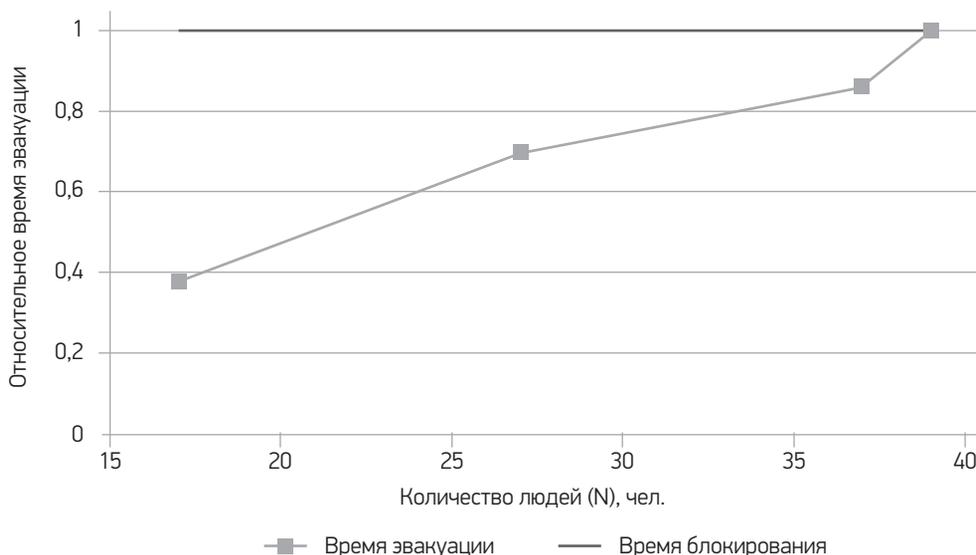


Рис. 3. Зависимость времени освобождения помещения от количества в нем людей

Заключение

Предложена методика снижения пожарного риска в зданиях с массовым пребыванием людей. Методика предполагает поиск эксплуатационных ограничений, в первую очередь на распределение людей по помещениям здания. Показано, что минимальные эксплуатационные ограничения связаны с использованием системы управления эвакуацией, которая строится на основе минимизации времени эвакуации людей из здания в условиях пожара.

Работа поддержана грантом Минобрнауки № RFMEFI57414X0038 в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы».

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 23 июня 2014 г.). Федеральный закон 123-ФЗ [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс]: утв. приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382; зарегистрировано в Минюсте России 6 авг. 2009 г. № 14486 (в ред. приказа МЧС России от 12.12.2011 № 749). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Федоров А.В., Членов А.Н., Лукьянченко А.А. и др. Системы и технические средства раннего обнаружения пожара. Монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. 158 с.
4. Pathfinder [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://fseg.gre.ac.uk/exodus/>, свободный (дата обращения: 15.05.2015).
5. Korhonen T., Hostikka S. Fire dynamics simulator with evacuation: FDS+Evac // Technical Reference and User's Guide. VTT Technical Research Centre of Finland. 2009.
6. STEPS [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.steps.mottmac.com/>, свободный (дата обращения: 15.05.2015).
7. Галиуллин М.Э. Создание и использование Пространственно-Информационной Модели здания (ПИМ) для расчета величины риска при составлении декларации пожарной безопасности // Безопасность в техносфере: Сборник статей «Удмуртский университет», 2015. С. 59—80.
8. QGIS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.qgis.org/ru/site/>, свободный (дата обращения: 15.05.2015).

9. Холщевников В.В., Самошин Д.А. Эвакуация и поведение людей при пожарах. М.: Академия ГПС МЧС России, 2009.
10. Ахо А.В., Хопкрофт Д.Э., Ульман Д.Д. Структуры данных и алгоритмы. Издательский дом Вильямс, 2000. С. 193—197.
11. Grigoras Z. C. Analysing the human behavior in a fire drill. Comparison between two evacuation software: Fds+Evac and Pathfinder. 2014.
12. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. М.: Академия ГПС МВД России. 2000. Т. 118. С. 2.
13. Fire Dynamic Simulator — FDS [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://fire.nist.gov/fds/>, свободный (дата обращения: 15.05.2015).
14. Колодкин В.М., Варламов Д.В., Яценко А.А. Современные технологии расчета и управления пожарными рисками в зданиях и сооружениях // Проблемы анализа риска. 2013. № 5 (10). С. 28—37.
15. Колодкин В.М., Морозов О.А. Ранжирование территорий по уровню пожарной опасности общественных зданий // Пожарная безопасность, 2013. № 1. С. 112—118.

Сведения об авторах

Колодкин Владимир Михайлович: доктор технических наук, профессор, директор института гражданской защиты ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»

Число публикаций: 200

Область научных интересов: математическое моделирование, технологии и программные комплексы

Контактная информация:

Адрес: г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1, корпус 6, офис 309

Тел.: +7 (3412) 91-60-85

E-mail: kolodkin@rintd.ru

Чирков Борис Владимирович: аспирант ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»

Число публикаций: 10

Область научных интересов: математическое моделирование, технологии и программные комплексы

Контактная информация:

Адрес: г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1, корпус 6, офис 309

Тел.: +7 (912) 854-93-56

E-mail: b.v.chirkov@gmail.com

УДК 614.8

Применение логических деревьев событий при обосновании безопасности опасных производственных объектов

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Р. Е. Васьков,
ЗАО «Центр аварийно-спасательных формирований»,
г. Новомосковск
Н. М. Кочетов,
Новомосковский институт
повышения квалификации

Аннотация

Рассмотрена актуальность разработки научно обоснованного подхода построения дерева событий для количественной оценки риска аварий на опасном производственном объекте. Проанализированы современные логические деревья событий действующих нормативных документов. Выявлены недостатки, даны рекомендации по их устранению.

Ключевые слова: анализ риска аварий, дерево событий, безопасность объекта, поражающие факторы.

Содержание

Введение

1. Сравнительный анализ логических деревьев событий

Заключение

Литература

Введение

В связи с принятием Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» в редакции от 04.03.2013 г. [1], а также новых Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности [2] требуется проведение обоснования безопасности производственных объектов. В целях реализации требований этих нормативных документов разработаны и утверждены «Общие требования к обоснованию безопасности производственных объектов» [3].

В свете принятых законов, норм и правил представляет особый интерес построение и анализ логических деревьев событий аварий на опасных производственных объектах.

Дерево событий позволяет проанализировать воздействие иницирующих событий, выявить возможные сценарии развития аварии и определить последствия каждого сценария. Логические деревья событий в наглядном виде позволяют представить события и взаимосвязь между ними.

Обоснование безопасности опасных производственных объектов является не только обязательным [1, 2], но и одним из важнейших разделов декларации промышленной безопасности [5], плана локализации и ликвидации аварий [6], проектной документации на строительство и реконструкцию опасных произ-

водственных объектов, документации на техническое перевооружение, капитальный ремонт, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта [1], а также при определении тарифов страхования ответственности владельца за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте [7].

В настоящее время методики оценки риска аварий на опасных производственных объектах представлены в нормативных документах [4, 8, 9] и государственном стандарте [12], которые базируются на построении и анализе дерева событий.

В данной работе приводится критический анализ логических схем деревьев событий, используемых в указанных документах, рекомендованных для оценки риска аварий на опасных производственных объектах.

1. Сравнительный анализ логических деревьев событий

Под деревом событий при проведении анализа риска аварий будем понимать алгоритм построения последовательности отдельных логически связанных причинно-следственных событий развития аварий, обусловленных конкретным инициирующим (ис-

ходным) событием, приводящим к определенным факторам опасности аварии с учетом систем противоаварийных средств защиты [4].

Ниже приводится анализ деревьев событий, используемых в нормативных документах [4, 8, 9] и государственном стандарте [12] для оценки риска аварий на опасных производственных объектах.

1.1. Анализ логического дерева событий в Методических указаниях по проведению анализа риска опасных производственных объектов [8]

Основополагающий документ в сфере анализа риска опасных производственных объектов [8], разработанный в развитие Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ [1], носит нормативно-технический характер. Документ введен в действие в 2001 г. и был инновационным для своего времени.

Для определения вероятности реализации аварий на опасном производственном объекте рекомендуется использовать дерево событий. Пример



Рис. 1. Дерево событий аварий на установке первичной переработки нефти [8]

такого дерева событий для количественного анализа различных сценариев на установке первичной переработки нефти представлен на рис. 1.

Анализ показывает, что представленное на рис. 1 дерево событий не лишено недостатков. Так, если в результате «мгновенного воспламенения» возникает «факельное горение струи», то это указывает на разгерметизацию резервуара с нефтью. В то же время происходит образование «огненного шара», которое возможно только при объемном выбросе паров опасного вещества, т. е. в случае полного разрушения резервуара.

В данном случае способ сгорания выброса нефти зависит от степени разрушения резервуара, а не от присутствия источников воспламенения. Естественно, ни мгновенное, ни отсроченное воспламенение не влияют на тип выброса и соответственно на процессы сгорания нефти. Здесь нарушена последовательность событий. Сначала происходит мгновенный или продолжительный выброс нефти в зависимости от степени разрушения резервуара, и только затем проявляет свое воздействие источник воспламенения.

Важно помнить, что отсроченное воспламенение способствует образованию пролива жидкости с последующим испарением опасного вещества из пролива и образованием облака топливно-воздушной смеси (ТВС). Поэтому в случае разгерметизации резервуара результирующими событиями «воспламенения нефти» будут «факельное горение струи», «пожар пролива» и «горение или взрыв облака ТВС». Тогда как при полном разрушении резервуара создаются условия для образования пролива, облака ТВС и их сгорания с появлением источника зажигания.

Возможность образования «огненного шара» вызывает сомнение, как и следующие за ним результирующие события. Образование «огненного шара» возможно в случае полного разрушения резервуара с перегретой жидкостью или сжиженным газом [14].

В случае отсутствия мгновенного или отсроченного воспламенения после события «нет воспламенения» авария вне зависимости от степени разрушения резервуара будет иметь место только одно развитие аварии — растекание нефти на территории объекта. Здесь также следует отметить,

что ситуация «отсутствие источника» зажигания инициирует событие «нет воспламенения», а не наоборот. «Пожар пролива» и «растекание нефти» — не конечные события аварии.

Последующие события не всегда указывают на результат воздействия предыдущего. Так, «факельное горение струи» при мгновенном воспламенении может привести как к «разрушению соседнего оборудования», так и к наименее опасному событию — «сгоранию нефти без воздействия на соседнее оборудование», т. е. к двум противоположным логически связанным событиям. Однако результирующие события «прекращение горения или ликвидация аварии» и «разрушение соседнего оборудования» явно не отвечают такому требованию.

Из вышеуказанных замечаний следует, что дерево событий на установке первичной переработки нефти не учитывает степень и характер разрушения резервуара, термодинамическое состояние опасного вещества, при этом отсутствует алгоритм логической последовательности событий протекающей аварии. Указанные недостатки снижают методическую ценность и направленность документа и требуют корректировки.

Для этого необходимо прежде всего проанализировать выброс нефти при полном разрушении резервуара и в случае его разгерметизации выше или ниже уровня жидкости, затем проанализировать вероятность мгновенного и отсроченного воспламенения и в заключение — оценить возможность реализации эффекта домино.

Основными поражающими факторами аварии на опасном производственном объекте, которые могут вызвать эффект домино, являются ударная волна, тепловое излучение, открытое пламя, осколки разрушенного оборудования, обрушение зданий и сооружений.

1.2. Анализ логического дерева событий в государственном стандарте [12]

Простое дерево событий для пожара в помещении, вызванного взрывом пыли, представлено в нормативном документе [12], который соответствует международным стандартам МЭК 60300-3-9: 1995. Здесь дерево событий (рис. 2) учитывает срабатывание или отказ автоматизированных средств пожаротушения и пожарной сигнализации.

Иницилирующее событие	Начало пожара	Срабатывание спринклера	Включение автоматического пожарного сигнала	Результирующее событие	Частота (в год)
Взрыв 10^{-2} в год	Да 0,8	Да 0,99	Да 0,999	Контролируемый пожар с сигналом тревоги	$7,9 \cdot 10^{-3}$
			Нет 0,001	Контролируемый пожар без сигнала тревоги	$7,9 \cdot 10^{-6}$
		Нет 0,01	Да 0,99	Контролируемый пожар с сигналом тревоги	$8,0 \cdot 10^{-5}$
			Нет 0,001	Контролируемый пожар без сигнала тревоги	$8,0 \cdot 10^{-8}$
	Нет 0,2			Нет пожара	$2,0 \cdot 10^{-3}$

Рис. 2. Дерево событий аварий для пожара в помещении, вызванного взрывом пыли [12]

На наш взгляд, рекомендуемый пример дерева событий для пожара найдет применение только при отсутствии в помещении производственного персонала, т. к. не учитывает возможность воздействия таких опасных факторов пожара, как потеря видимости, повышение температуры и концентрации токсичных продуктов сгорания в помещении, необходимых при оценке индивидуального и социального рисков для персонала объекта. Данное дерево событий носит абстрактный характер, поскольку не привязано к категории по взрывопожарной и пожарной опасности объекта. Отсутствуют события, протекающие при пожаре, не указан вид пожара (тлеющий пожар, пламенное горение, пожар, сопровождающийся объемным воспламенением). Вид пожара и свойства опасного вещества, от которых зависит скорость тепловыделения, температура в помещении и скорость образования токсичных компонентов дыма, определяют средства пожаротушения.

Необходимость оснащения средствами пожаротушения и дымоудаления определяется согласно нормативным требованиям [15].

1.3. Анализ логических деревьев событий в Руководстве по безопасности [4]

В области анализа опасностей на магистральных трубопроводах внедрен в 2011 г. актуализированный руководящий документ «Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах или нефтепродуктопроводах» [9]. В настоящий момент, согласно [10], это руководство демонстрирует пример лучшей международной и отечественной практики анализа риска.

Данный руководящий документ учитывает практический опыт декларирования промышленной безопасности, а также анализа опасностей и оценки риска аварий. Методическое руководство прошло экспертизу промышленной безопасности на соответствие действующим нормативным правовым актам Российской Федерации [10].

Здесь представлены деревья событий по характерным группам сценариев, которые затем были использованы в нормативном документе [4]. Некоторые результаты анализа одного из деревьев событий [10] были рассмотрены и представлены ранее в работе [11].

Нормативный документ [4] разработан в целях реализации Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности и общих требований к обоснованию безопасности опасного производственного объекта [3].

Приложение № 4 руководства [4] практически полностью посвящено деревьям событий аварий на нефтехранилищах. Пример дерева событий для сценариев A_1 аварий с частичным или полным разрушением наземного резервуара представлен на рис. 3.

Прежде всего следует отметить нарушение последовательности событий развития аварий. Образование облака ТВС (e), а затем проявление отсроченного воспламенения (g) происходит в период растекания нефти по территории объекта и не создает условий для образования капельной взвеси. Образование капельной взвеси (f) возможно только при высоте истечения более 5 м в случае разгерметизации резервуара (1-a) [4]. Следовательно, событие (f) происходит перед возможным мгновенным зажиганием до образования облака ТВС при испарении из пролива. Здесь нарушена логическая последовательность причинно-следственных событий, т. е. не соблюдается главный принцип построения дерева событий.

Интересная ситуация возникает относительно события (1-c) — нефти нет в обваловании. При этом авторы утверждают, что данное событие имеет место при залповом выбросе в случае перехлеста опасного вещества через обвалование или его разрушения/размыва.

Однако, согласно [17, рис. п. 3.3], в случае перехлеста опасного вещества через обвалование, выдержавшего гидродинамический напор при квазимгновенном разрушении резервуара, всегда часть опасного вещества будет задерживаться в обваловании.

При длительном выбросе образующаяся при истечении из резервуара приподнятая струя даже при максимальном взливе будет в конечном итоге попадать внутрь обвалования в результате постепенного падения скорости истечения и соответственно дальности вылета струи по мере снижения уровня жидкости в резервуаре.

Здесь, как и при перехлесте, опасное вещество будет находиться как в обваловании, так и за его

пределами, растекаясь по территории объекта. Только в случае разрушения/размыва обвалования содержимое резервуара может оказаться за его пределами.

Разрушение обвалования и перехлест — отдельные независимые события, имеющие различные конечные результаты и требующие отдельного рассмотрения при разработке дерева событий.

На наш взгляд, событие «образование облака ТВС при испарении (e/1-e)» введено необоснованно, т. к. здесь нет условий для этого. Полное разрушение, разгерметизация, разрушение соседних резервуаров, мгновенное зажигание, отсроченное воспламенение — это вероятностные события. Тогда как возможность образования облака ТВС при проливе зависит от давления насыщенных паров опасного вещества, находящегося на объекте, т. е. это реальное событие. Кроме того, ветви (d) не учитывают выброс газовой фазы из резервуара при его разрушении или разгерметизации, пожаро- и взрывоопасность которой зависит от давления насыщенных паров опасного вещества. При этом отсутствие в результирующем событии (d) «пожара-вспышки выброса ТВС» в случае мгновенного зажигания говорит о том, что на объекте находится опасное вещество с давлением насыщенных паров менее 10 кПа. Для данного дерева событий состояние насыщения газового пространства в резервуаре не достигает нижнего предела распространения пламени, что и указывает при этом на отсутствие «пожара-вспышки облака ТВС» в результирующем событии. Следовательно, ветви (e) будут отсутствовать.

Согласно [4], образование облака ТВС будет иметь место для опасных веществ с давлением насыщенных паров P_n не менее 10 кПа, в остальных случаях условная вероятность события (1-e) равна нулю.

И, естественно, для конкретного опасного вещества с учетом величины P_n реализуется соответствующая ветвь: событие (e) при $P_n \geq 10$ кПа и (1-e) при P_n менее 10 кПа. Это замечание касается деревьев событий для сценариев A_7, A_8, A_9 .

Характеристика пожаро- и взрывоопасности вещества является исходным материалом соответствующих деревьев событий сценариев развития аварии на опасном производственном объекте.

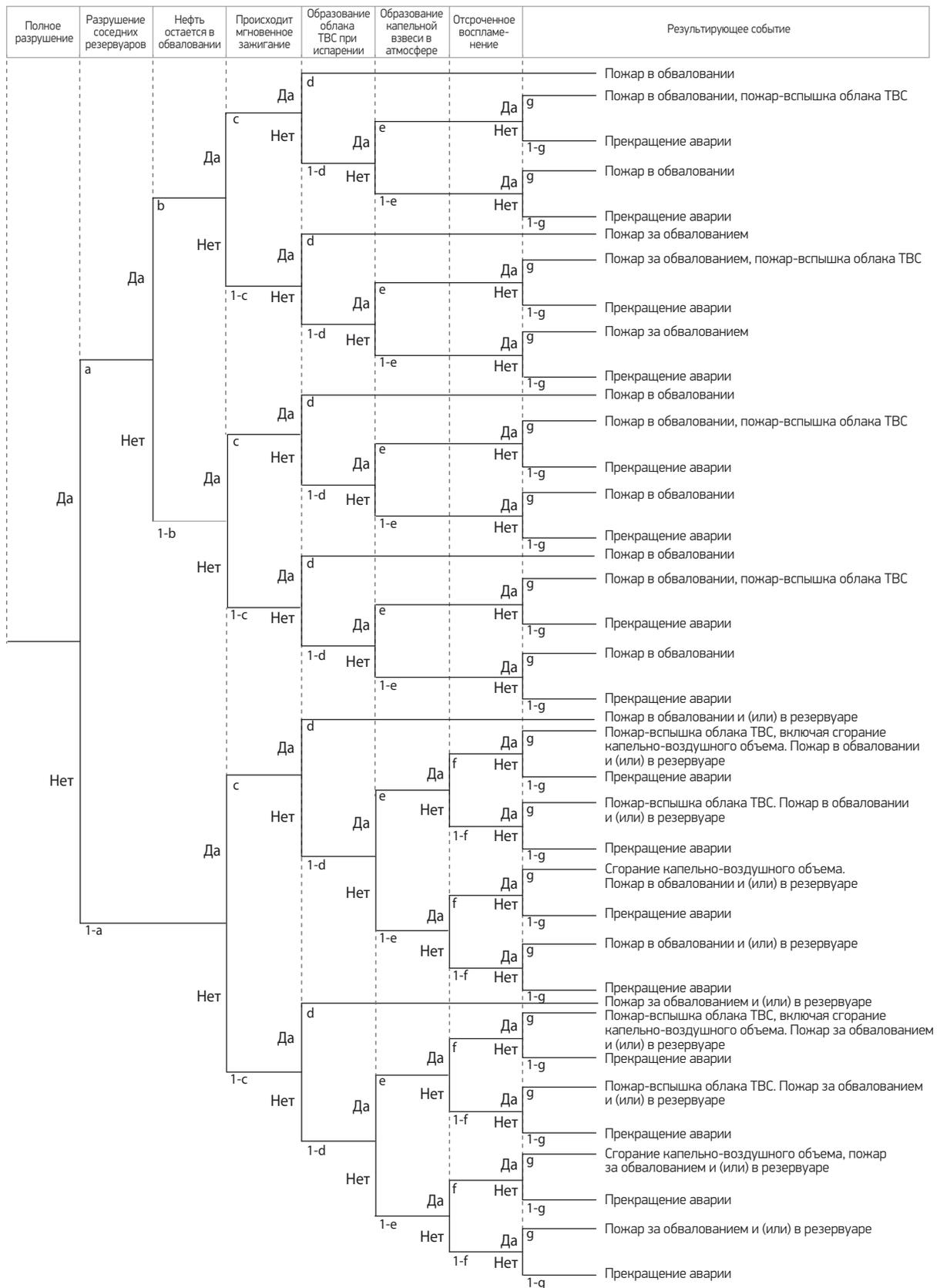


Рис. 3. Дерево событий разрушения/перелива наземного резервуара (сценарий А₁) [4]

Как правило, задержки воспламенения всегда способствуют возможности испарения из пролива с образованием взрывоопасного облака. При этом длительность испарения влияет на энергетический запас облака ТВС.

В случае возможности пожара в резервуаре, обваловании и горения растекающейся нефти ущерб возрастает. Пожар в обваловании может сопровождаться так называемым эффектом домино вследствие охватывания пламенем резервуаров в обваловании и потери конструктивной устойчивости. Без соответствующего плана пожаротушения уже не обойтись.

Степень разрушения резервуара $a/(1-a)$ или $b/(1-b)$ не инициирует (не определяет) места размещения нефти быть в обваловании (с) или за ее пределами (1-с). Реализация этих состояний зависит от вероятности разрушения обвалования. Здесь вновь нарушена логическая причинно-следственная связь событий.

Полное или частичное разрушение технических устройств влияет на режим истечения, а затем и на режим сгорания топлива, результатом которого мо-

жет быть ударная волна или пожар, что также требует тщательного анализа.

Рассмотрим дерево событий при взрыве внутри наземного резервуара для сценария A_3 [4], представленного на рис. 4. Вероятность образования осколков в результате взрыва внутри наземного резервуара не оказывает влияния на развитие аварии, что подтверждает дублирование ветвей (а) и (1-а).

Ветвь (1-б) («нефть находится за пределами резервуара») не учитывает возможность возгорания ее, как это сделано, когда нефть остается в резервуаре (ветвь (b)).

Кроме того, в случае взрыва внутри резервуара образование осколков и возгорание нефти происходит одновременно. Следовательно, эти процессы нельзя рассматривать как отдельные разделенные во времени стадии аварии. Взрыв внутри резервуара представляет собой детонационное сгорание ТВС и, естественно, вызывает возгорание содержимого вне зависимости от вероятности образования осколков.

Образование осколков, способных нанести материальный ущерб и вызвать поражение людей,



Рис. 4. Дерево событий при взрыве внутри наземного резервуара (сценарий A_3) [4]

происходит при взрывном разрушении оболочек резервуаров, предназначенных для газообразных энергоносителей. В нашем случае имеем дело с нефтью. Чтобы резервуар не разрушился в результате внутреннего взрыва, в последнем предусматривается слабый шов между верхней кромкой стенки и крышей, который должен разрушиться первым и дать выход продуктам сгорания в атмосферу. При этом нефть продолжает гореть в резервуаре.

В случае несрабатывания такой защиты степень разрушения от разгерметизации до полного разрушения зависит от мощности взрыва ТВС с возможным последующим аварийным растеканием горячей нефти.

Следовательно, отсутствие образования осколков при взрыве внутри резервуара и обязательное возгорание нефти приводят к существенному упрощению и сокращению структурной схемы дерева событий. Указанные недостатки характерны и для дерева событий сценария A_6 (рис. 4—6 [4]).

Опасными поражающими факторами аварии будут воздушная ударная волна и пожар в резервуаре и/или за его пределами в зависимости от степени разрушения резервуара.

Деревья событий сценариев A_2 и A_5 выполнены без учета влияния на развитие аварии возможного отсроченного воспламенения, и прежде всего для ветвей (1-а) и (b). То же замечание относится и к дереву событий сценария A_7 (см. ветвь a/(1-b)/(1-с)).

Деревья событий, как правило, построены с нарушением последовательности отдельных логически связанных причинно-следственных событий развития аварий. Кроме того, при рассмотрении деревьев событий не учитывается влияние срабатывания или отказа систем оповещения и пожаротушения, как того рекомендует [12] и требует [4].

Заключение

Проведенный анализ позволяет уточнить события и их последовательность. Дерево событий для аварий на взрывопожароопасных объектах представляет построение и анализ последовательных логически связанных событий протекающей аварии: инициирующее событие аварии, приводящее к разгерметизации или разрушению технических устройств с возможным образованием капельной взвеси, тип выброса с учетом влияния результата

на режим сгорания, мгновенное или отсроченное зажигание, приводящее к возможному возгоранию выброса (пожар-вспышка, горящий факел, огненный шар, детонационное или дефлаграционное сгорание облака, пожар пролива), и конечные результирующие события.

К литературным источникам о режимах сгорания опасных веществ следует относиться осторожно. Так, данные об условных вероятностях различных сценариев развития аварии с выбросом сжиженных углеводородных газов (СУГ), представленных в таблице [16], использовать нельзя, поскольку они получены путем статистической обработки данных об авариях на различного типа объектах и различных условиях хранения СУГ. Результаты указывают только на долю этих сценариев за достаточно большой период времени [13].

При этом представленные данные не учитывают степень разрушения оборудования. Полное разрушение оборудования создает объемный выброс находящегося в нем СУГ, часть которого вскипает с образованием «огненного шара». Оставшаяся часть жидкой фазы образует пролив. Мгновенное зажигание приводит к воспламенению «огненного шара» и паров СУГ из пролива.

Разгерметизация оборудования создает условия струйного истечения СУГ. В случае мгновенного зажигания происходит факельное горение парожидкостной фазы СУГ в виде струи. Вероятность появления источника зажигания с учетом вероятности уровня разрушения оборудования определяют вероятность реализации горения факела, паров СУГ из пролива и «огненного шара».

Статистические вероятности различных сценариев развития аварии с выбросом СУГ Таблица

Сценарий аварии	Вероятность
Факел	0,0574
Огненный шар	0,7039
Горение пролива	0,0287
Сгорание облака	0,1689
Сгорание с развитием избыточного давления	0,0119
Без горения	0,0292
Итого	1

При построении дерева событий следует опираться прежде всего на взрывопожароопасные свойства вещества, его агрегатное и термодинамическое состояние, объемы выброса, вид окружающего пространства, которые в итоге и определяют поражающие факторы аварии. Газ, жидкость, перегретая жидкость, сжиженный газ требуют, соответственно, своих деревьев событий.

Горючий нетоксичный газ

Полное или частичное разрушение технических устройств определяет тип выброса опасного вещества (мгновенный или продолжительный) и соответствующие ветви (последовательность) развития аварии.

Полное разрушение технических устройств приводит к объемному выбросу содержимого и образованию пожаро- и взрывоопасного облака. Тогда как разгерметизация создает условия струйного истечения вещества.

Появление источника зажигания влечет возгорание выброса опасного вещества. При этом объемный выброс может сопровождаться детонационным или дефлаграционным режимом сгорания облака ТВС в зависимости от чувствительности вещества к взрыву и степени загроможденности окружающего пространства. Поражающим фактором аварии может быть воздушная ударная волна в результате детонации облака ТВС или тепловое излучение в случае дефлаграционного сгорания опасного вещества, которые выявляются на стадии оценки результирующего события.

При струйном истечении газа и мгновенном воспламенении результирующим событием будет «огненный факел». Отсроченное воспламенение при продолжительном струйном истечении приводит к образованию облака ТВС, как и в случае полного разрушения технических устройств. Воспламенение облака ТВС аналогично может привести к детонационному или дефлаграционному режимам сгорания и тем же поражающим факторам аварии.

Легкие газы: водород, аммиак, метан образуют взрывоопасную смесь только в замкнутом объеме.

Горючая нетоксичная перегретая жидкость, сжиженный газ

Дерево событий будет иметь те же события протекания аварии на объекте. Результатом мгновенного выброса в случае полного разрушения техниче-

ских устройств является пролив и «огненный шар» ТВС. Мгновенное воспламенение создают пожар пролива и дефлаграционное сгорание «огненного шара», масса которого зависит от степени перегрева жидкости и сжиженного газа. Поражающим фактором аварии будет тепловое излучение при сгорании «огненного шара» и пожара пролива.

Отсроченное воспламенение способствует образованию и сгоранию облака ТВС из пролива.

Струйное истечение приводит к образованию огненного факела при появлении источника зажигания. В случае отсроченного зажигания будут иметь место пожар пролива и детонационное или дефлаграционное сгорание образовавшегося облака ТВС.

Режим сгорания (детонационный или дефлаграционный) и соответствующий поражающий фактор аварии определяются с учетом пожаро- и взрывоопасности вещества и условий его сгорания [2, 11].

Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (в редакции от 04.03.2013).
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила безопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.03.2013 № 96).
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.07.2013 № 306).
4. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27.12.2013 № 646).
5. РД 03-14-2005. Порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в нее сведений (утв. приказом Федеральной службы по эко-

- логическому, технологическому и атомному надзору от 29.11.2005 № 893, зарегистрирован в Минюсте РФ 17.01.2006, рег. № 7375).
6. Рекомендации по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 26.12.2012 № 781).
 7. Федеральный закон Российской Федерации от 27.07.2010 № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте».
 8. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов (утв. постановлением ГГТН России от 10.07.2001 № 30).
 9. РД 13.020.00-КНТ-148-11. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах.
 10. Жулина С.А., Лисанов М.В., Савина А.В. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах // Безопасность труда в промышленности. 2013. № 1. С. 50—55.
 11. Васьков Р.Е., Кочетов Н.М. Надежность методик прогнозирования последствий взрыва топливно-воздушной смеси на опасном производственном объекте // Проблемы анализа риска. 2014. Т. 11. № 6. С. 92—103.
 12. ГОСТ Р 51901.1-2002 (МЭК 60300-3-9: 1995) Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.
 13. Колесников Е.Ю. Способы количественной оценки неопределенности параметров техногенного риска // Безопасность труда в промышленности. 2013. № 1. С. 56—67.
 14. Маршал В. Основные опасности химических производств. М.: Мир, 1989. 672 с.
 15. Федеральный закон Российской Федерации от 21.06.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
 16. ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
 17. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. приказом МЧС РФ от 10.07.2009 № 404, зарегистрирована в Минюсте РФ 17.08.2009, рег. № 14541).

Сведения об авторах

Васьков Роман Евгеньевич: эксперт ЗАО «Центр аварийно-спасательных формирований» (ЗАО «ЦАСФ»)

Количество публикаций: 5, в том числе соавтор нормативного документа в области промышленной безопасности
Область научных интересов: промышленная безопасность

Контактная информация:

Адрес: 301650, Тульская обл., г. Новомосковск, ул. Московская, д. 8/13, кв. 28

Тел.: +7 (920) 756-09-45

E-mail: r_vaskov@mail.ru

Кочетов Николай Михайлович: кандидат технических наук, доцент, Новомосковский институт повышения квалификации (НИПК)

Количество публикаций: более 100, из них 3 учебно-методических и соавтор 2 нормативных документов в области промышленной безопасности

Область научных интересов: экологическая и промышленная безопасность

Контактная информация:

Адрес: 301650, Тульская обл., г. Новомосковск, ул. Комсомольская, д. 35, кв. 52

Тел.: +7 (962) 273-96-99

E-mail: galnik1947@yandex.ru

УДК 336.13

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Интегральная оценка бюджетных рисков

В. В. Гамукин,

Тюменский государственный университет, Национальный исследовательский Томский государственный университет

Аннотация

Оценка влияния разнообразных рисков на бюджетный план требует применения интегральных методов. В статье предлагается для рассмотрения 15 рисков, сгруппированных в 3 группы по 5 рисков. Многообразие рисков не позволяет их складывать традиционными способами. В каждом случае необходимо предварительное исследование разнообразных рисков с целью выработки соответствующих мер по их учету и компенсации негативных последствий. Одним из этапов такого исследования является анализ связей между рисками с использованием инструментария теории графов.

Ключевые слова: бюджетные риски, сеть рисков, теория графов.

Содержание

Введение

1. Видовое многообразие бюджетных рисков
2. Связи между рисками
3. Матрица смежности связей для построения графов

Заключение

Литература

Введение

Текущая ситуация в бюджетной системе России развивается под воздействием целого комплекса разнообразных бюджетных рисков. Исследование этих рисков по отдельности может считаться достаточным для оценки их общего воздействия и прогнозирования на предстоящую перспективу. Для этого необходимо представлять себе по возможности точный характер связей между рисками, силу их взаимодействия, подготовить соответствующие инструменты измерения и алгоритмы моделирования.

Решение данной задачи осложняется недостаточностью современных исследований бюджетных рисков. Обзор части из них представлен в статье [1]. Дополнительный спектр представлений о бюджетных рисках раскрыт в работах [2—17]. Изложение проблемы управления риском для целей налогового администрирования в европейских странах можно найти в [18]. Отдельные аспекты зарубежных бюджетных систем в контексте рисков и угроз рассмотрены в публикациях [19—21].

1. Видовое многообразие бюджетных рисков

Принимая во внимание относительную молодость исследуемой проблематики, на сегодня отсутствует единообразная классификация бюджетных рисков. Практически все авторы формулируют собственные варианты классификаций, что следует приветствовать, т. к. количество рано или поздно перейдет в качество. Поскольку исследование бюджетных рисков нами проводится с 2000 г.,

то за прошедшее время предложенная ранее система из 20 разрозненных рисков трансформировалась в следующие 3 группы по 5 рисков в каждой. Подробное описание существа классификации рисков представлено в работах [23, с. 49—62; 24].

Данная классификация предполагает следующие виды рисков:

1. Риски внешней среды.

1.1. *Риск, сопутствующий традиционным финансовым и хозяйственным операциям.*

1.2. *Риск инфляции.*

1.3. *Риск дискретности контроля.*

1.4. *Риск снижения платежеспособности налогоплательщиков.*

1.5. *Риск политической конъюнктуры.*

2. Риски бюджетной системы.

2.1. *Риск ритмичности поступлений и платежей.*

2.2. *Риск структуры доходов бюджета.*

2.3. *Риск структуры расходов бюджета.*

2.4. *Риск несбалансированности бюджета.*

2.5. *Риск зависимости от внешних источников.*

3. Риски случая.

3.1. *Риск ошибки.*

3.2. *Риск объективной непредсказуемости ситуации.*

3.3. *Риск экономического кризиса.*

3.4. *Риск коррупции.*

3.5. *Риск развития бюджета.*

Необходимо подчеркнуть, что данная система рисков не может считаться окончательной или создавать ограничения для формулирования новых типов рисков. Очевидно, что многообразие обстоятельств, оказывающих влияние на бюджет, настолько велико, что ограничиться определенным набором рисков при подготовке бюджетного плана будет невозможно. В каждом случае необходимо предварительное исследование разнообразных рисков с целью выработки соответствующих мер по их учету и компенсации негативных последствий. Одним из этапов такого исследования является анализ связей между рисками.

2. Связи между рисками

Связь как атрибутивное свойство различных рисков позволяет формулировать группы связей рисков, которые при достаточном многообразии могут стать цепочкой или сетью рисков. Такое сопоставление рисков между собой преследует своей

целью поиск их результирующего воздействия друг на друга, которое происходит с различной силой. В свою очередь, сила связей определяется силой отношений между рисками. Понятие «связь» употребляется в случае, когда два или более предмета оказываются в чем-то едиными, т. е. по одному или нескольким каналам выступают как нечто одно, но ни в коем случае не целое. При этом образуется признак, которого не было у них до возникновения связи, который означает возникновение единого через посредство чего-либо. Но участие в этом едином у каждого предмета будет отличаться, поскольку сила воздействия связи на них будет различна.

Различие силы воздействия недостаточно для понимания структуры отношений в цепочке связей. Необходимо определить, даже в рамках простейшей парной связи, все основные имеющиеся различия в участвующих рисках. Тем более это необходимо, когда мы имеем дело с более сложными связями с участием N числа рисков.

Анализ связей между рисками позволяет сформировать цепочки рисков, где каждый из участвующих рисков имеет определенные (желательно заранее известные по своему характеру) связи с другими. В этом случае мы получим еще один компонент для прогнозирования бюджета под воздействием группы основных, наиболее значимых для бюджета рисков. Цепочка рисков позволяет помимо этого проводить моделирование набора рисков после принятия мер по снижению определенного риска (рисков), поскольку связи в таком случае будут видоизменяться, меняя общую картину бюджетного риска в предстоящем бюджетном периоде.

Еще одним атрибутивным свойством связей между рисками является устойчивость. Под устойчивостью связи понимается регулярная, повторяемая на протяжении нескольких бюджетных периодов свойство бюджетного риска оказывать влияние или находиться под влиянием другого бюджетного риска. Устойчивость связей определяется макроэкономическими закономерностями, характерными для данной экономической системы. Для выявления устойчивости связей между рисками необходимо учитывать состояние текущей фазы экономического цикла. Кроме этого, устойчивость обеспечивается особенностями бюджетного механизма, традициями бюджетного процесса, спецификой право-

го регулирования и прочими факторами, включая даже характеристику сформировавшегося политического устройства.

Устойчивость связей можно использовать в целях построения актуальных для конкретного бюджета контуров цепочек или сети рисков. Чем выше такая устойчивость, тем с большей вероятностью мы получим стабильную сеть рисков, которая, в свою очередь, позволит исследовать закономерности влияния входящих рисков на бюджет. Другими словами, устойчивые связи обеспечивают своего рода скелет рисков, функционирующий сообразно величине самих рисков. Вместе с тем нельзя игнорировать возможное появление неустойчивых связей, которые могут возникать неожиданно, в т. ч. благодаря разнообразным комбинациям сложных многокомпонентных межрисковых устойчивых связей.

Исследуемая система связей будет представлена следующими видами, которые мы продемонстрируем на примере условных рисков R1 и R2 с использованием в некоторых случаях риска R3. Для удобства описания многообразие связей сгруппировано в 3 группы. Наглядное изображение связей (рис. 1—3) позволяет получить точное восприятие для дальнейшего применения методики с целью сложения рисков.

Группа 1. Непосредственные связи

В группу непосредственных связей включены 2 вида простейших связей, которые могут возникнуть между парой рисков. Они показаны на рис. 1. Рассмотрение непосредственных связей показывает их относительную простоту, поскольку они логично вытекают из параметров системы, состоящей всего из двух участников.

Описание непосредственных связей не будет полным без оценки вектора связи. Задача определения степени участия того или иного риска в цепочке рисков будет решена даже в случае, если удастся определить этот вектор. В случае определения величины силы влияния, пусть даже в неких условных единицах измерения, мы получим полноценную модель системы рисков, что будет означать возможность их сложения в сумму для получения размера общего результирующего риска.

1. Первым вариантом будет простейшая прямая связь, при которой один риск оказывает на другой риск непосредственное влияние определенной силы. Примером такого влияния может служить пара рисков «1.3. Риск дискретности контроля» → «3.1. Риск ошибки». В таком случае изменение первого риска, например увеличение периода между проверками правильности бюджетных процедур, вызывает изменение второго риска, например накопление и ремиссию ошибок. При этом не обязательно влияние будет означать усиление рисков фактора. Возможно, что оно может оказывать обратное воздействие, т. е. вызывать его снижение. В этом случае анализ связей между рисками будет являться способом снижения общего результирующего риска.

Необходимо иметь в виду наличие обратной связи, т. е. связи, возникающей при условии, что рассматриваемый риск находится под влиянием другого риска. На первый взгляд может показаться, что речь идет об одной и той же связи. Но для каждого отдельного участвующего риска характер связи в обоих случаях будет различным. В зависимости от того, оказывает он влияние или сам находится под влиянием, будет зависеть место единичного риска в цепочке рисков. От этого в итоге будет зависеть траек-

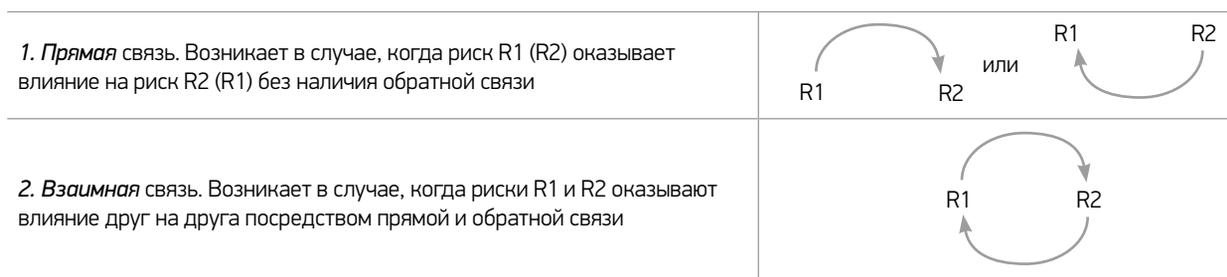


Рис. 1. Группа непосредственных связей между рисками

тория цепочки, ее длина, вероятность цикла рисков и в конечном итоге степень точности оценки.

Важно подчеркнуть, что характеристика таких связей не предполагает наличия встречной обратной (в первом случае) или прямой (во втором случае) связи. Риски должны пониматься строго, как отдельные с определенным и четко выраженным вектором односторонней связи.

2. В случае если этого не наблюдается, возникает второй вариант непосредственной связи, представляющий собой взаимную связь. Само наименование взаимной связи говорит о том, что оба риска влияют друг на друга и одновременно находятся под влиянием друг друга. Примером может служить пара «3.1. Риск ошибки» ↔ «3.5. Риск развития бюджета». В этом случае сокращение вероятности возникновения ошибок требует изменения бюджетных процедур, что, в свою очередь, создавая новые ситуации, может спровоцировать появление новых ошибок.

Отметим, что такая комбинация вызывает интерес в методическом плане, поскольку, предполагая усиление при каждой итерации взаимодействия между взаимосвязанными рисками, мы можем получить парный цикл, мультиплицирующий неконтролируемое и потенциально бесконечное увеличение итогового риска. Этот принцип имеет обратную силу, т. е. сокращение при каждой итерации способно минимизировать итоговый риск до нуля. Очевидно, коль скоро риски и бюджет остаются, в обоих случаях нельзя говорить о полном взаимном уничтожении или о бесконечном росте рисков. Скорее всего, имеются объективные пределы роста

или сокращения рисков, которые необходимо определить в каждом случае взаимной связи с учетом реалий конкретного бюджета.

Группа 2. Опосредованные связи

Следующая группа включает 2 вида опосредованных связей, которые возникают при наличии третьего риска (см. рис. 2). Добавление к анализу связей между рисками этой группы вызвано необходимостью выяснить дополнительные факторы взаимодействия между рисками, которые будут учтены при итоговом сложении индивидуальных рисков.

Важность опосредованных связей, т. е. возникающих не напрямую, а через посредство некоего иного риска, выявляется при недостаточности оснований для выявления и оценки непосредственных связей. Поскольку система рисков сложна, мы можем впасть в заблуждение, характеризуя все парные связи как прямые или обратные или, что совсем лишает смысла данный анализ, как взаимные связи. С другой стороны, подходу к анализу связей слишком строго, мы можем вообще их не обнаружить и упустить возможность сформировать полноценные цепочки связей.

Для устранения такой методологической проблемы вводится понятие опосредованных (а затем еще и комбинаторных) связей. В этом случае мы можем исследовать отношения между рисками, которых не наблюдается на первый взгляд, но которые находятся в связи с неким общим третьим риском. В зависимости от характера этих связей можно выявить более слабые косвенные связи между двумя исследуемыми рисками.

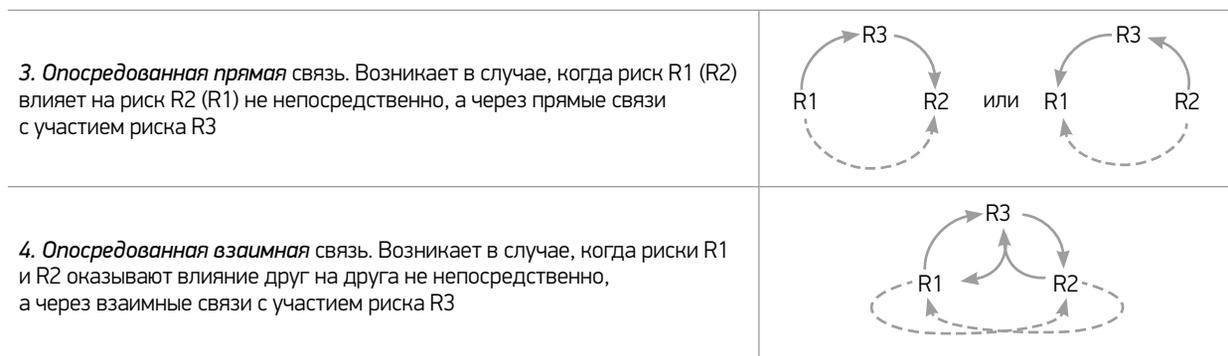


Рис. 2. Группа опосредованных связей между рисками

3. Первой из рассматриваемых будет опосредованная прямая связь. Прямое влияние на посторонний риск, у которого также есть прямая связь с конечным риском, позволяет предположить наличие слабой связи. Примером таких отношений между рисками может служить комбинация «2.1. Риск ритмичности поступлений и платежей» → «Риск несбалансированности бюджета» → «Риск структуры расходов бюджета». Видно, что, несмотря на формальное отсутствие связей между первым и последним риском, их связка через прямые связи с общим риском-посредником делает их связанными. Логика этой относительно слабой связи подсказывает ее направление. Если складываются вектора первых двух связей, то в итоге они дают направление вектора третьей, производной от них, связи. Эта логика сложения направлений связей как сложения векторов будет прослеживаться и во всех остальных рассматриваемых опосредованных и комбинаторных связях.

В этом случае необходимо учитывать наличие аналогичного варианта обратной связи, о характере которой мы уже говорили при рассмотрении непосредственных связей. Но в данном случае у него есть свои особенности. Исследуемый риск оказывается под влиянием другого через посредство дополнительного риска. В обеих межрисковых связях наблюдается вариант обратной связи, задающей направление итогового вектора.

4. Следующий пример из этой группы также является специфической формой развития взаимных отношений, рассмотренных выше в предыдущей группе непосредственных связей. Отличает его участие дополнительного риска-посредника. При всей простоте этой комбинации для восприятия она представляет собой наиболее сложный вариант связи для целей измерения силы взаимодействия рисков друг с другом. В данном случае взаимосвязи рисков могут оказаться настолько тесными, что может потребоваться их дополнительная идентификация для разделения на отдельные индивидуальные риски. Дополнительной проблемой является угроза саморазвития такой мини-системы взаимозависимых рисков до значительных размеров общего риска. Ограничителем в этом случае будут выступать уже упомянутые выше пределы, поиск которых является важным

этапом при подготовке механизма контроля над бюджетными рисками.

Опасность зацикливания связей между рисками возникает при появлении системных угроз для бюджета. Как правило, для этого должны образоваться специфические условия. Например, возникновение «3.3. Риск экономического кризиса» практически сразу активизирует через прямую связь «1.4. Риск снижения платежеспособности налогоплательщиков», который сам способен оказать обратное влияние на него. Таким образом, формируется одна пара взаимной связи. Если оценить связи второго риска с «2.1. Риск ритмичности поступлений и платежей», мы получим аналогичную картину возникновения взаимной связи. В итоге эти две пары могут раскручиваться до максимального риска, создавая тем самым условия для возникновения опосредованной взаимной связи между рисками «3.3» и «2.1». Это гарантирует не только усиление связанных рисков для бюджета, но и вероятность системного бюджетного кризиса. Такая картина наблюдалась в России в период 90-х годов, когда в результате взаимного влияния этих 3 рисков с участием ряда дополнительных (прежде всего риска инфляции), бюджетная система страны была поражена кризисом неплатежей и стагнацией всего публичного сектора экономики страны.

Группа 3. Комбинаторные связи

Наконец, третья группа будет включать 2 вида комбинаторных связей (см. рис. 3). При глубоком исследовании связей между индивидуальными бюджетными рисками выявляется усложнение всех видов связей — прямых, обратных и взаимных. Чем больше количество участвующих рисков, тем сложнее эти комбинации. Для полной систематизации всех возможных видов связей вводится данная группа.

Строго говоря, эти связи следует считать разновидностями опосредованных взаимных связей. Однако мы рассмотрим их в отдельной группе, поскольку они обладают специфическими особенностями, которые проявляются как в силе, так и в направлении вектора связи между исследуемыми рисками.

5. Первым случаем комбинаторных связей будет прямо-взаимная связь. Возникновение такой связи возможно при наличии связей с третьим риском,

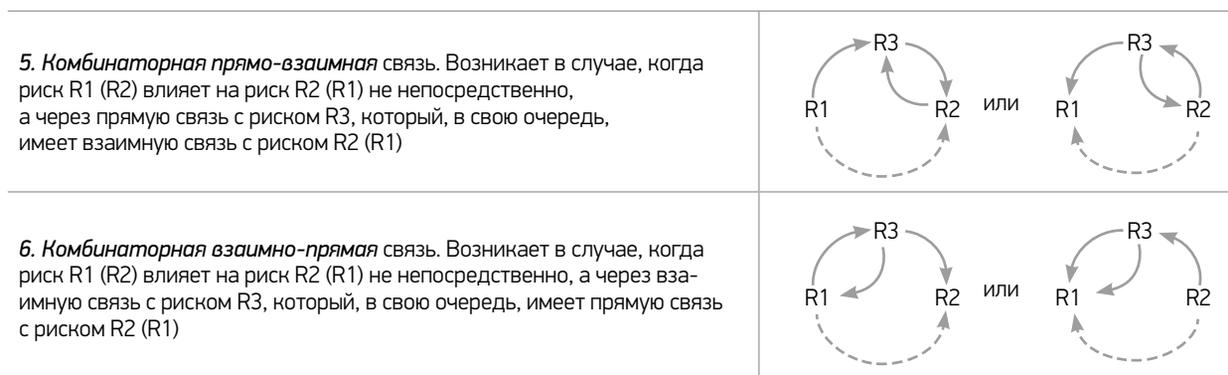


Рис. 3. Группа комбинаторных связей между рисками

но различного характера — прямой и взаимной. Комбинаторика таких отношений усложняет анализ данной ячейки системы бюджетных рисков, т. к. необходимо учитывать направление вектора связи в каждом случае. Приходится допускать, что в общем случае направление вектора будет совпадать с направлением прямой связи, и именно так трактовать данную связь. Помимо этого, сложность возникает и при определении степени устойчивости и итоговой силы воздействия комбинаторной связи.

В этом случае мы сможем учесть силу не только прямых связей. Комплексная оценка увеличивает значение непрямых связей, возникающих у риска через посредство одного или нескольких рисков. Чем больше будет участвовать отдельный риск в отношениях с другими рисками, тем большее значение он будет иметь в цепочке или сети рисков.

Предложенный вариант учета связей рисков прост по своей методической сути и с этой точки зрения вполне годится для практического применения.

6. Вторая комбинация связей из данной группы представляет собой взаимно-прямую связь. В этом случае сохраняется логика, изложенная в предыдущем варианте. Меняется только порядок связи исследуемого риска с риском-посредником. Зеркальный характер связей позволяет применять к ним единообразный порядок расчета силы связи. Получаемый результат будет таким же.

Рассмотренный набор комбинаций исчерпывает все варианты непосредственных, опосредованных и комбинаторных связей между двумя бюджетными рисками. Увеличение количества опосредован-

ных или комбинаторных связей между рисками до количества $n > 4$ уже не дает дополнительного методического насыщения, поскольку будет демонстрировать лишь изменение силы связи между рисками R1 и R2 пропорционально увеличению количества рисков-посредников. С этой точки зрения 6 вариантов являются конечным набором, используя который мы можем составить и описать цепочки или сеть рисков неограниченного размера при условии устойчивости связей.

3. Матрица смежности связей для построения графов

Далее будет рассмотрена комбинация предложенных выше бюджетных рисков 1.1—3.5 по характеру связей. Для сокращения риски будут обозначаться только цифрами.

Проведем краткое обоснование наличия или отсутствия устойчивости связей между бюджетными рисками. Поскольку всего насчитывается 210 гипотетически возможных прямых парных связей между различными рисками, мы ограничимся описанием реально существующих (или могущих существовать) в современных экономических реалиях.

По понятным причинам не будут рассмотрены комбинации, в которых риск взаимодействует сам с собой, несмотря на то что теоритически такая возможность существует. Так, например, самостоятельно может развиваться риск «3.4. Риск коррупции». Погружение бюджетной системы в коррупционное поле сопровождается ускорением этого процесса. Это связано с самой сущностью коррупции, которая

требует расширения масштаба и вовлечения в круг коррупционеров новых участников. Этот процесс теоретически может продолжаться до достижения абсолютного максимума данного риска, который наступает в момент, когда весь объем бюджета распределяется по коррупционным каналам. Однако на практике, разумеется, такая ситуация невозможна. Глубокий анализ данного риска показывает, что его развитие происходит не из-за него самого, а из-за действия других рисков, среди которых стоит отметить «1.3. Риск дискретности контроля», «1.5. Риск политической конъюнктуры», «3.1. Риск ошибки». Поэтому вовлечение в анализ таких случаев саморазвития риска только усложняет анализ и не дает дополнительных методических преимуществ.

Ранжирование групп производится по уменьшению их значимости для бюджета.

Ранг I присвоен связям, которые возникают непосредственно между рисками бюджетной системы в 1-м блоке связей «Риск системы → риск системы». Первостепенное значение данному блоку связей присвоено потому, что он формирует замкнутое внутри бюджета пространство рисков. Это означает, что данную группу рисков можно исследовать в относительной изоляции, что упрощает последующее решение задачи поиска способов управления рисками бюджета. Кроме этого, замкнутое пространство рисков предполагает возможность саморазвития рисков в процессе их взаимного влияния друг на друга. В зависимости от вектора такого развития система связей может мультиплицировать риски, повышая их результирующий уровень. Однако эмпирические наблюдения позволяют сделать вывод о наличии границ такого роста. Коль скоро на практике катастрофические риски для бюджета образуются чрезвычайно редко, можно предположить, что благодаря связям между рисками формируются векторы не только на повышение, но и на понижение общего риска. Эта гипотеза позволяет рассчитывать на возможность вариативного сопоставления рисков по силе воздействия на бюджет с учетом силы связи между ними. Таким образом, мы сможем моделировать траектории развития результирующего риска при заданных колебаниях отдельных рисков в пределах критических границ.

Ранг II присвоен связям между рисками в случаях, когда риски бюджетной системы являются зави-

симыми, кроме связей ранга I. Этот ранг получают 2 блока связей: «Риски среды → риски системы» и «Риски случая → риски системы». Данные блоки имеют второстепенное по отношению к предыдущему значение потому, что они состоят из связей, влияющих на бюджетные риски, которые, в свою очередь, являются центральными в нашем исследовании. Анализ влияющих рисков и оценка силы, с которой они воздействуют на риски бюджетной системы, позволяют нам дополнить комплекс факторов, формирующих результирующий бюджетный риск. Эти блоки представляют собой некоторое подобие координат, в пределах которых сосредоточены исключительно важные для бюджета как общественного финансового фонда риски.

Ранг III присвоен связям между рисками в случаях, когда риски бюджетной системы являются влияющими, кроме связей ранга I. Этот ранг получают также 2 блока связей: «Риски системы → риски среды» и «Риски системы → риски случая». Третий уровень значимости определяется также участием рисков бюджетной системы, но уже как определяющих развитие зависимых рисков. Может показаться, что мы говорим о ситуации, аналогичной той, что была рассмотрена в блоках с рангом II, но с противоположным знаком влияния. Однако это не совсем так. Выделение этих связей в отдельную категорию с приданием им относительно меньшего приоритета вызвано сущностными особенностями рисков бюджетной системы. Если мы хотим представить всю картину развития бюджетных рисков, нам будет необходимо выявить весь комплекс обратных связей. Это нужно для того, чтобы моделирование результирующего бюджетного риска не оказалось фрагментарным, а усилия по его сокращению не привели к увеличению рисков за пределами бюджетной системы. Помимо этого фактора сравнение связей ранга II и III показало, что некоторые риски имеют как прямые, так и обратные связи. Эти пары рисков представляют особый исследовательский интерес, поскольку они могут провоцировать мультипликативный эффект, который можно использовать по сценарию, описанному в блоке с рангом I для минимизации результирующего риска.

Ранг IV присвоен всем остальным связям в оставшихся блоках как менее значимым непосред-

ственно для бюджетной системы. Таким образом, этот ранг получают 4 блока связей: «Риски среды → риски среды», «Риски случая → риски случая», «Риски среды → риски случая», «Риски случая → риски среды», которые мы дополнительно сгруппируем.

Характерной чертой первой пары блоков данного ранга является их замкнутость, аналогичная блоку с рангом I. Так, исследование блока, где наблюдаются связи только между рисками среды, показывает конфигурацию экономико-политического рискового пространства, существующего самостоятельно вне бюджета. Пересечение связей между этими рисками показывает объективно сложившуюся в данный период времени композицию рисков во внешней по отношению к бюджету среде. Еще больше возможностей для определения структуры хаотических факторов в образовании риска предоставляет исследование блока связей между рисками случая. Каждый отдельный риск в этом блоке уже сам по себе является объектом отдельного исследования, но с учетом связей между рисками данная система позволяет проводить комплексное моделирование взаимодействия случайных рисков импульсов при их комбинировании.

Вторая пара блоков связей, имеющих ранг IV, также играет не очень значительную роль при оценке и измерении результирующего бюджетного риска. В этой паре наблюдается явление симметричности, поскольку в одном блоке представлены прямые связи между рисками среды и рисками случая, а в другом — обратные связи между этими же рисками. Благодаря этому мы можем выявить взаимные связи между рисками согласно ранее введенной классификации.

Необходимо отметить, что предложенное ранжирование не предполагает первичности или вторичности самих рисков из различных групп. В любой ситуации сами по себе риски остаются равнозначными при сложении их величин с целью получения общего бюджетного риска. Но классификация и анализ связей позволяют выявить приоритетность рисков. Кроме этого, исследование рисков посредством их связей между собой предоставляет нам возможность проводить анализ чувствительности всей системы рисков при колебании какого-либо одного риска. В результате может наблюдаться возбуждение или затухание реакции по всей цепоч-

ке или даже сети рисков. Построение математической модели значительно упрощает поставленную задачу с практической точки зрения, поскольку уже на стадии планирования бюджета появляется возможность определить вероятные критические ситуации, которые могут возникнуть при исполнении бюджета из-за развития рисков. С учетом бюджетной специфики более или менее уместной ближайшей аналогией может служить практика, применяемая при определении устойчивости в банковском секторе, которая проводится с использованием т. н. стресс-тестов.

Рассмотрение связей между рисками проведено в матрице (табл. 2), поле которой разделено на 9 блоков, соответствующих числу комбинаций между 3 группами рисков — среды, системы и случая. Наибольший интерес представляют блоки, образующие в совокупности крестовидную фигуру и включающие ячейки, в которых может быть отражено 120 потенциальных прямых связей, но в результате анализа выявлено только 92 такие связи. Связей между некоторыми рисками не обнаружено.

Наличие связи и ее степень в матрице обозначается числом. Это говорит о том, что риск с номером колонки оказывает влияние на риск с номером строки. В случае если связь между рисками не выявлена, в ячейке ставится прочерк.

Для систематизации и упорядочения бюджетных рисков может оказаться полезной методика, основанная на принципе парного сравнения. Этот принцип базируется на способности человека оценивать практически любые объекты путем сопоставления их между собой. Для того чтобы получить такую оценку, достаточно как минимум двух (пары) сравниваемых объектов. Отсюда и название принципа. Достаточно убедиться в том, что сравниваемые объекты принадлежат одному типу, и принцип можно запускать в работу. Универсальность принципа позволяет применять его не только для сравнения материальных объектов в категориях «больше — меньше», «тяжелее — легче», «длиннее — короче» и т. д., но и для сравнения событий или явлений по силе воздействия их влияния на некий третий параметр. В частности, парное сравнение вполне уместно применить для классификации силы воздействия бюджетных рисков на бюджет.

Особенностью такого сравнения применительно к нематериальным объектам является условность единиц измерения различий между ними. С материальными объектами проще, т. к. они в большинстве случаев имеют физические параметры (вес, цвет, длина, температура и т. д.) и устоявшиеся единицы измерения. Для устранения такой проблемы применяется фундаментальная шкала относительной важности факторов при парном сравнении [25—26], которая далее приводится полностью с адаптацией для измерения бюджетных рисков (табл. 1).

Использование такой шкалы позволило определить величины соотношений между отдельными рисками по силе их влияния друг на друга и построить матрицу смежности (см. табл. 2).

Для обеспечения такого подхода предлагается использовать иллюстративные возможности, предоставляемые теорией графов, подробное методическое описание которой можно найти в книге [26, с. 341—347]. Она позволит увидеть картину переплетения цепочек рисков.

Таким образом, мы рассмотрели все варианты парных связей между рисками, которые могут иметь место в бюджетном механизме при соответствующих условиях. Разумеется, стоит понимать, что эти условия гипотетические и вероятность их одномоментного проявления может быть не высо-

кой. Тем не менее описанные комбинации жизнеспособны и при необходимости могут быть детализованы для практического моделирования суммы рисков применительно к конкретному бюджету. Для этого необходимо провести дополнительную квалификацию парных связей по блокам и рангам с последующим усложнением связей до 3 и более с целью формирования отдельных цепочек или полной сети рисков.

Изучение данных табл. 2 показывает, что некоторые риски имеют между собой не только прямые связи, но и взаимные. Это говорит об их особенной роли при моделировании всей картины бюджетных рисков.

Визуальное изображение может быть построено с использованием данных из матрицы смежности в виде графа. В данном случае графическое представление и определение максимального потока подготовлено с использованием бесплатно распространяемого программного обеспечения «Графоанализатор» версия 1.3.4beta. Сайт разработчика: <http://grafoanalizator.unick-soft.ru>.

Построение графа возможно для каждого риска в отдельности. Определение такого важного параметра, как максимальный поток, дает представление о масштабе влияния анализируемого риска на прочие риски. Выявляются связи, формирующие

Фундаментальная шкала относительного предпочтения бюджетных рисков по силе их влияния на бюджет

Таблица 1

Степень влияния	Содержательное описание степени предпочтительности
1	Равная предпочтительность силы влияния. Два бюджетных риска воздействуют на бюджет с одинаковой силой
2	Слабая степень предпочтения. Промежуточная градация между равной и средней степенью предпочтения
3	Средняя или умеренная степень предпочтения, когда один риск немного сильнее влияет на бюджет, чем другой
4	Предпочтение выше среднего. Промежуточная градация между средним и умеренно сильным предпочтением
5	Умеренно сильное или существенное предпочтение, когда один риск оказывает явно более сильное влияние на бюджет, чем другой
6	Сильное предпочтение. Промежуточная градация между умеренно сильным и очень сильным предпочтением
7	Очень сильное, очевидное, значительное предпочтение или превосходство, когда один риск гораздо сильнее другого влияет на бюджет, что подтверждается в экспериментах или практикой
8	Очень и очень сильное предпочтение. Промежуточная градация между очень сильным и абсолютным предпочтением
9	Абсолютное предпочтение или превосходство. Очевидно подавляющее превосходство силы воздействия одного риска над силой другого

Матрица смежности

Таблица 2

	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
1.1						0	0	0	0	0					
1.2						0	4	6	7	8					
1.3						0	0	0	0	0					
1.4						5	0	0	0	0					
1.5						0	5	7	8	9					
2.1	0	0	0	9	8	X	4	5	8	9	4	6	8	5	5
2.2	5	6	6	8	8	7	X	4	4	5	6	6	9	6	6
2.3	4	6	8	—	9	7	8	X	6	7	7	5	8	9	9
2.4	4	5	6	7	8	7	7	8	X	8	6	5	8	7	7
2.5	4	5	0	5	7	5	6	8	9	X	7	8	8	7	6
3.1						4	5	6	5	4					
3.2						0	0	0	0	0					
3.3						5	0	0	8	8					
3.4						5	6	9	6	5					
3.5						7	7	7	8	8					

Примечание. В рамках настоящей работы не предполагается рассмотрение связей в блоках с рангом IV, а именно в блоках: «Риски среды → риски среды», «Риски случая → риски среды», «Риски среды → риски случая» и «Риски случая → риски случая». Поэтому в соответствующих блоках матрицы нет показателей.

максимальный поток между рисками в процессе их взаимодействия с исследуемым риском 2.5. Последовательное рассмотрение всех случаев влияния рисков друг на друга и зависимости рисков друг от друга позволяет сформировать общую картину связей. Появляется возможность по реакции отдельных рисков проводить моделирование влияния рисков до начала периода исполнения бюджета.

Заключение

Рассмотрение представленной комбинации рисков и их связей позволяет выявить некоторые особенности, которые стоит учитывать при модельных расчетах бюджетного риска.

1. Основная масса взаимных связей формируется с участием рисков из группы бюджетной системы, что вполне закономерно, коль скоро речь идет именно об исследовании бюджетных рисков. Наибольшее количество таких связей (37 из 52) наблюдается в блоках с рангами I, II и III. Блок с рангом I

вообще имеет полный набор взаимных связей всех рисков со всеми рисками.

2. Наблюдается больше взаимных связей рисков бюджетной системы с рисками случая, чем с рисками среды. Соотношение составляет 18 к 9. Это говорит о том, что экономические, политические и социальные факторы в меньшей степени соотносятся с бюджетом, чем его подверженность случайным факторам. Так, 3 из 5 рисков случая имеют полный набор взаимных связей со всеми рисками системы. Это риск ошибки, риск коррупции и риск развития бюджета. Риск экономического кризиса занимает также значимое место, имея взаимные связи с 3 рисками системы.

3. Блок I вообще не имеет прямых связей, т. к. все риски бюджетной системы имеют только взаимные связи. И снова это закономерно, поскольку эти риски изначально были выделены в особую группу по своей важности как непосредственно определяющие параметры бюджета. Значение каждого отдель-

ного риска здесь трансформируется в совокупный риск группы только посредством силы и гибкости взаимных связей между ними.

После анализа всех возможных комбинаций связей между рисками необходимо придать матрице связей максимум индивидуальности, соответствующей конкретному исследуемому бюджету. Для этого нужно выделить только те связи, которые присутствуют при его планировании, утверждении и исполнении. Вся предложенная совокупность рисков и рассмотренная совокупность связей между ними представляют собой максимальные границы пространства бюджетного риска. В то же время каждый отдельный бюджет при всем единообразии бюджетной системы страны является особенным. Он формируется по единым принципам определения доходов и расходов, но внутренние факторы, определяющие его размер и структуру, отличают его от аналогичных бюджетов даже на одном и том же уровне. Еще отчетливее видны различия между бюджетами, когда мы наблюдаем их на разных уровнях. Многообразие отличающих факторов делают каждый бюджет индивидуальным, что предполагает индивидуальный характер рисков.

Помимо этого есть еще одна сугубо практическая задача, которая должна быть решена посредством придания определенному бюджету конкретной картины его рисков со всеми их индивидуальными связями. Дело в том, что, имея дело всего с 15 предложенными рисками, мы получаем достаточно сложную систему связей. Чем больше у отдельного бюджета будет выявлено индивидуальных черт, тем проще будет моделирование цепочек и сети рисков. В идеальном случае количество важных рисков, т. е. рисков с максимальным числом устойчивых связей, не должно быть больше 7—8. В этом случае агенты смогут охватить весь основной спектр проблем сначала при подготовке бюджетного плана, а затем и в ходе его исполнения.

Индивидуализация характеров связей позволяет не только описать конкретный бюджет на этапе его исследования. Основная ее задача состоит в оценке отдельных рисков и комбинаций их связей по траекториям, рассмотренным выше. Для этого нужно рассмотреть принципы и методы измерения как самих рисков, так и силы связей между ними.

Литература

1. Гамукин В.В. Интерференция бюджетных рисков // Проблемы анализа риска. 2014. Т. 11. № 6. С. 72—85.
2. Агеева В.Н., Постников В.П. Об учете рисков при формировании региональных бюджетов // Финансы и кредит. 2013. № 38 (566). С. 52—56.
3. Галухин А.В. Оценка рисков поступления доходов консолидированных бюджетов регионов Северо-Западного федерального округа // Управление риском. 2014. № 4 (72). С. 23—28.
4. Горохова Д.В. Управление бюджетными рисками субъектов РФ: современный взгляд и перспективы развития // Финансовый журнал. 2013. № 3. С. 55—62.
5. Ермакова Е.А. Проблемы управления региональными бюджетными рисками // Региональная экономика. Юг России. 2013. № 1 (1). С. 35—41.
6. Зотова А.И., Кириченко М.В., Коробко С.А. Риск-ориентированный подход к организации бюджетного процесса на субфедеральном уровне // Финансы и кредит. 2014. № 39 (615). С. 21—29.
7. Истомина Н.А. Результатный подход в бюджетной сфере в контексте бюджетных рисков // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 42 (228). С. 56—67.
8. Ковалева Т.М. Резервирование как метод бюджетного планирования // Вестник СамГЭУ. 2014. № 113. С. 112—117.
9. Никулина Е.В., Федюшина И.Г. Характеристика бюджетных рисков: экономическая сущность и мероприятия по их минимизации // Молодой ученый. 2014. № 1 (60). С. 411—413.
10. Паздникова Н.П., Кочарян А.А. Методические аспекты оценки бюджетных рисков региона // Российское предпринимательство. 2014. № 15 (261). С. 4—12.
11. Сатаев М.У. Бюджетные риски, обусловленные финансово-бюджетной политикой субъекта РФ (муниципального образования) // Финансы и кредит. 2010. № 43. С. 63—67.
12. Ткачева Т.Ю., Афанасьева Л.В., Белоусова С.Н. Управление бюджетными рисками на региональном уровне с использованием экономико-математических методов оценки // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2014. № 20. С. 981—985.
13. Ткачева Т.Ю. Особенности управления бюджетными рисками на региональном уровне // Известия ЮЗГУ. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2013. № 4. С. 1—14.

14. Юшкин С.Н. Специфика бюджетных рисков территории и пути их минимизации // Актуальные проблемы экономики и права. 2013. № 1. С. 189—194.
15. Якупов З.С. О бюджетных рисках при формировании налоговой политики России // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2013. Т. 10. С. 103—108.
16. Яшина Н.И., Прончатова-Рубцова Н.Н. Определение бюджетных рисков Нижегородской области на основе исполнения доходной и расходной части бюджета // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2014. № 4(36). С. 16—24.
17. Яшина Н.И., Чеснокова Л.А. Анализ налогового потенциала территорий на основе совокупного стандартизированного показателя риска // Налоги и финансовое право. 2014. № 4. С. 86—92.
18. European Commission Directorate-General Taxation and Customs Union. Risk-management Guide for Tax Administrations. 2006. P. 98.
19. Pulay G., Máté J., Németh I., Zelei A. Budgetary Risks of Monetary Policy with Special Regard to the Debt Rule // Public Finance Quarterly. 2013. № 1. Т. 58. P. 11—34.
20. Schilperoort W., Wierdsma P. Illuminating Budgetary Risks: The role of stress testing // OECD Journal on Budgeting. 2012. № 3. Т. 12. P. 1—18.
21. Kopits G. Coping with fiscal risk. Analysis and practice // OECD Journal on Budgeting. 2014. № 14/1. P. 47—71.
22. Schaechter A. A. Toolkit to Assessing Fiscal Vulnerabilities and Risks in Advanced Economies. IMF Working Paper. 2012. P. 29.
23. Гамукин В.В. Бюджетные риски: среда, система, случай. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2015. 328 с.
24. Гамукин В.В. Интерференция бюджетных рисков // Проблемы анализа риска. 2014. Т.11. № 6. С. 72—85.
25. Мадера А.Г. Риски и шансы: Неопределенность, прогнозирование и оценка. М.: КРАСАНД, 2014. 448 с.
26. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 360 с.

Сведения об авторе

Гамукин Валерий Владимирович: кандидат экономических наук, профессор кафедры финансов, денежного обращения и кредита Тюменского государственного университета; докторант кафедры финансов и учета Национального исследовательского Томского государственного университета

Количество публикаций: 77, в т. ч. 3 монографии
Область научных интересов: финансы, бюджетный механизм, экономическая междисциплинарность, финансовые риски

Контактная информация:

Адрес: 625003, г. Тюмень, ул. Семакова, д. 10

Тел.: +7 (3452) 29-76-62

E-mail: valgam@mail.ru

УДК 658.012:614.8.01

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Выбор оптимальной стратегии уменьшения риска аварий и инцидентов на опасных производственных объектах с помощью нечеткого многокритериального анализа

С.В. Глухов,
А.В. Глухов,
ООО «ВолгоУралНИПИгаз»,
г. Оренбург

Аннотация

В статье рассмотрено применение нечеткого многокритериального анализа для формирования оптимальной стратегии по уменьшению рисков аварий и инцидентов.

Ключевые слова: нефть, газ, авария, риски, нечеткие множества, парные сравнения Саати.

Содержание

Введение

Применение нечеткого анализа для выбора оптимальной стратегии уменьшения риска

Заключение

Литература

Введение

Оценка риска аварий и инцидентов является основной частью деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазовой отрасли.

После оценки риска аварий и инцидентов на опасных производственных объектах требуется выбрать оптимальную стратегию по уменьшению риска, если это необходимо. На современном этапе теория практического определения оптимальной стратегии уменьшения рисков аварий и инцидентов разработана недостаточно. Ситуация осложняется еще и тем, что приходится иметь дело со множеством трудноформализуемых параметров, связанных с человеческой деятельностью. Статистических данных по авариям и инцидентам либо слишком мало, либо они не подходят для конкретного опасного производственного объекта, так как меняются технологии, материалы, из которых изготовлено оборудование, условия эксплуатации и т. д. Поэтому применять методы классической теории вероятностей в чистом виде в оценке и управлении рисками не всегда возможно.

В данной статье мы предлагаем к использованию один из способов определения оптимальной стратегии по уменьшению рисков аварий и инцидентов, основанный на методах нечеткого многокритериального анализа.

Применение нечеткого анализа для выбора оптимальной стратегии уменьшения риска

Риск есть вероятность аварии, объединенная с возможными последствиями. В управлении процессом обеспечения промышленной безопасности (будем называть его управлением риском) в первую очередь должны применяться меры по уменьшению вероятности аварии (инцидента). Как правило, стратегия по уменьшению риска аварий является комплексной и состоит из целого набора мероприятий. На риск аварий и инцидентов оказывают влияние два основных фактора — технологический (связанный с состоянием оборудования, давлением, температурой и т. д.) и человеческий фактор (связанный с ошибками персонала в связи с утомляемостью, расслабленностью, низкой квалификацией и т. д.). В связи с этим меры по уменьшению риска можно разделить на два класса мер по уменьшению негативного влияния технологического и человеческого факторов. Человеческая деятельность является трудноформализуемой областью, в ней присутствует множество субъективных факторов, которые плохо поддаются точной оценке. В оценках состояния человеческого фактора часто используются экспертные оценки. Для формализации экспертной информации хорошо подходит аппарат теории нечетких множеств и метод парных сравнений Саати [1].

Примем следующие положения.

Стратегии по улучшению человеческого фактора S_i включают в себя комплекс критериев M_j , характеризующих эти стратегии. В качестве M_i можно взять меры по обучению персонала, контролю за его работой, проведение профессиональных смотров-конкурсов, премирование персонала, стоимость проекта.

При этом каждая из стратегий по улучшению человеческого фактора может состоять из сочетания описанных выше мер, причем в стратегии могут входить как все меры, так и их часть. Каждая из мер в отдельности может осуществляться в различной степени, так, например, контроль за работой персонала может быть тотальным или выборочным, постоянным или периодическим. Каждая из стратегий по уменьшению влияния человеческого фактора имеет свою стоимость. Выбирать стратегии только

по экономическому критерию нецелесообразно, так как главной целью является не экономия, а уменьшение риска до допустимых значений.

Выбор стратегии будем осуществлять, используя нечеткий многокритериальный анализ вариантов [2].

Введем следующие обозначения:

$S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ — множество стратегий, которые подлежат многокритериальному анализу;

$M = \{M_1, M_2, \dots, M_n\}$ — множество критериев, по которым оцениваются варианты.

Пусть $\mu_{M_i}(S_j)$ — число в диапазоне $[0, 1]$, которым оценивается стратегия $S_j \in S$ по критерию $M_i \in M$: чем больше число $\mu_{M_i}(S_j)$, тем лучше стратегия S_j по критерию M_i , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, k}$. Тогда

критерий M_i можно представить нечетким множеством \tilde{M}_i на универсальном множестве вариантов S :

$$\tilde{M}_i = \left\{ \frac{\mu_{M_i}(S_1)}{S_1}, \frac{\mu_{M_i}(S_2)}{S_2}, \dots, \frac{\mu_{M_i}(S_k)}{S_k} \right\}, \quad (1)$$

где $\mu_{M_i}(S_k)$ — степень принадлежности элемента S_k нечеткому множеству \tilde{M}_i .

Степени принадлежности нечеткого множества (1) будем находить методом построения функций принадлежности на основе парных сравнений Саати [1]. Шкала значимости критериев приведена в таблице.

Парные сравнения критериев по соответствующим стратегиям будем задавать следующей матрицей:

$$A(M) = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & \dots & S_k \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ \dots \\ S_k \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \dots & \dots & & \dots \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} \end{bmatrix} \end{matrix}, \quad (2)$$

где a_{ij} — преимущество стратегии S_i перед стратегией S_j ($i, j = \overline{1, k}$), определяемое по шкале Саати (см. таблицу).

Матрица парных сравнений A является диагональной ($a_{ii} = 1$) и обратносимметричной ($a_{ij} = 1 / a_{ji}$).

Степеням принадлежности нечеткого множества (1) соответствуют координаты собственного вектора $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ матрицы парных сравнений A : $\mu_{M_i}(S_j) = w_j$, $j = \overline{1, k}$. Собственный вектор

Шкала значимости Саати

Таблица

Степень важности	Определение
1	Одинаковая значимость
3	Некоторое преобладание значимости одного критерия перед другим (слабая значимость)
5	Существенная или сильная значимость
7	Очень сильная или очевидная значимость
9	Абсолютная значимость
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения между соседними значениями шкалы

находят при помощи следующей системы уравнений [1, 2]:

$$\begin{cases} A \times W = \lambda_{\max} \times W \\ w_1 + w_2 + \dots + w_k = 1 \end{cases}, \quad (3)$$

где λ_{\max} — наибольшее собственное значение матрицы A .

Данную систему уравнений можно решить с помощью специализированных математических пакетов, например MATLAB.

Матрицу парных сравнений необходимо сформировать по всем критериям $M_i, i = 1, n$, построив матрицы $A(M_i)$ по типу (2). Всего будем иметь n матриц $A(M_i)$ — по количеству критериев M_i . По формуле (3) для матриц, построенных по типу (2), получим нечеткие множества (1) для каждого критерия M_i по всем стратегиям улучшения человеческого фактора $S_j, j = 1, k$.

Важность самих критериев M_i (обучение, контроль, премирование, стоимость стратегии и т. д.) определим с помощью матрицы парных сравнений (4).

$$B = \begin{matrix} & M_1 & M_2 & \dots & M_n \\ \begin{matrix} M_1 \\ M_2 \\ \dots \\ M_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix}, \quad (4)$$

где b_{ij} — преимущество критерия M_i перед критерием $M_j, (ij = 1, n)$, определяемое по шкале Саати (см. таблицу).

Аналогично рассмотренной выше процедуре, используя решение системы уравнений (3) и матрицу парных сравнений (4), получим нечеткое множество \tilde{K} — важности критериев M_i .

$$\tilde{K} = \left\{ \frac{\mu(M_1)}{M_1}, \frac{\mu(M_2)}{M_2}, \dots, \frac{\mu(M_n)}{M_n} \right\} = \left\{ \frac{\alpha_1}{M_1}, \frac{\alpha_2}{M_2}, \dots, \frac{\alpha_n}{M_n} \right\}, \quad (5)$$

где $\mu(M_i) = \alpha_i$ — степень принадлежности элемента M_i нечеткому множеству $\tilde{K}, (i = 1, n)$.

В общем случае по схеме Беллмана — Заде, когда имеется n целей и m ограничений, результирующее решение определяется пересечением всех целей и ограничений [3]:

$$D = C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_n \cap L_1 \cap L_2 \cap \dots \cap L_m, \quad (6)$$

где C_i — цели, $i = 1, n$;

L_j — ограничения, $j = 1, m$.

При неравновесных критериях M_i — нечеткое решение находится пересечением частных критериев, результирующее решение по схеме Беллмана — Заде определяется по формуле (7) [2]:

$$\tilde{D} = \left\{ \frac{\min_{i=1,n} (\mu_{M_i}(S_1))^{\alpha_i}}{S_1}, \frac{\min_{i=1,n} (\mu_{M_i}(S_2))^{\alpha_i}}{S_2}, \dots, \frac{\min_{i=1,n} (\mu_{M_i}(S_k))^{\alpha_i}}{S_k} \right\}. \quad (7)$$

Элемент полученного нечеткого множества \tilde{D} с максимальной степенью принадлежности соответствует наиболее выгодной стратегии улучшения человеческого фактора — S_{opt} .

Заключение

Аналогично рассмотренный подход к определению оптимальной стратегии с помощью парных сравнений Саати и нечетких множеств можно использовать для поиска стратегии по улучшению состояния технологического фактора на опасном производственном объекте. Стратегии по улучшению технологического фактора S_j включают в себя комплекс мер M_i по диагностированию оборудования сторонними организациями, техническому контролю оборудования, замене оборудования, изменению технологического режима эксплуатации, установке системы противоаварийной автоматической защиты и т. д.

Преимуществом использования нечеткого многокритериального анализа к определению оптимальной стратегии уменьшения риска является то, что данный подход позволяет учитывать не только стоимость всего проекта (экономический фактор), но и максимальный эффект от мер по уменьшению рисков.

Литература

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
2. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия — Телеком, 2007. 284 с.
3. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976. С. 172—215.

Сведения об авторах

Глухов Сергей Владимирович: кандидат экономических наук, главный специалист отдела промышленной и экологической безопасности ООО «ВолгоУралНИПИгаз»

Количество публикаций: 50

Область научных интересов: промышленная, пожарная и экологическая безопасность в нефтегазовой промышленности, программирование и математическое моделирование развития аварийных ситуаций на объектах нефтегазовой отрасли, анализ рисков аварий

Контактная информация

Адрес: 460000, г. Оренбург, ул. Пушкинская, д. 20

Тел.: +7 (3532) 340-597

E-mail: SGlukhov@vunipigaz.ru

Глухов Алексей Владимирович: кандидат технических наук, ведущий специалист технического отдела ООО «ВолгоУралНИПИгаз»

Количество публикаций: 30

Область научных интересов: промышленная, пожарная и экологическая безопасность в нефтегазовой промышленности, программирование и математическое моделирование развития аварийных ситуаций на объектах нефтегазовой отрасли, анализ рисков аварий

Контактная информация

Адрес: 460000, г. Оренбург, ул. Пушкинская, д. 20

Тел.: +7 (3532) 340-597

E-mail: AGlukhov@vunipigaz.ru

УДК 528 91.614

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Применение геодинамических и геоинформационных технологий мониторинга для оценки опасностей и рисков

Г. М. Нигметов,
К. В. Корнеев,
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
г. Москва

Аннотация

В статье говорится о вкладе профессора М. М. Машимова в решение научно-технических проблем в области геодезии и геодинамики, являющихся фундаментальной основой координатно-временного обеспечения (далее — КВО) ВС РФ, Российской системы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее — РСЧС), навигации, исследования природных ресурсов суши и Мирового океана, техногенной сферы с применением современных и перспективных методов геодезии.

Ключевые слова: геодезия, координатно-временное обеспечение, геодинамический полигон, геодинамика, геоспутниковые технологии.

24 ноября 2015 г. исполнилось бы 85 лет со дня рождения выдающегося ученого-геодезиста, педагога и воспитателя Мухамбета Машимовича Машимова.

Мухамбет Машимович Машимов был выдающимся ученым-геодезистом, доктором технических наук, профессором, полковником, почетным профессором Военно-инженерного университета, заслуженным деятелем науки РФ, Почетным работником высшего профессионального образования России. Он родился 24 ноября 1930 г. в селе Узунколь Жаныбекского района Западно-Казахстанской области.

М. М. Машимов прошел нелегкий жизненный путь военного-геодезиста от ученика интерната до полковника, доктора технических наук, профессора. Ему выпало начинать свой путь в тяжелые послевоенные годы, во времена разрухи и голода. Как раз в то время происходило становление характера будущего заслуженного деятеля науки, формировалась целеустремленность и твердость при выборе дела, которому он в последствии посвятил всю жизнь.

После завершения учебы в интернате в 1949 г. Мухамбет Машимович поступает в Ленинградское военно-топографическое командное училище по геодезической специальности и в 1952 г. оканчивает его с отличием. В дальнейшем с 1952 по 1957 г. служба проходила в ТуркВО по астрономо-геодезическому и гравиметрическому обеспечению территории Средней Азии и Казахстана. В 1957 г. М. М. Машимов поступает в Военно-инженерную академию (далее — ВИА) им. В. В. Куйбышева, в 1962 г. оканчивает ее и становится сотрудником кафедры геодезии и астрономии. На два года (1972—1974 гг.) М. М. Машимов покидает ВИА им. В. В. Куйбышева и становится заместителем начальника 29 НИИ МО СССР по научно-исследовательской работе. Далее с 1974 по 1992 г. он начальник кафедры геодезии и астрономии ВИА, а с 1992 по 2001 г. — профессор кафедры геодезии и астрономии ВИУ.

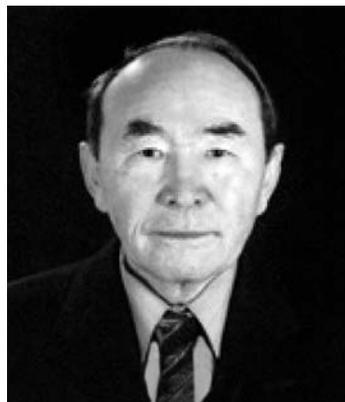
Его трудовой научный путь отмечен орденом «Красной Звезды» и двенадцатью медалями.

Выдающегося ученого тепло вспоминают его ученики и сослуживцы по инженерной академии им. В.В. Куйбышева и на родине, в Казахстане. Так, 21 октября 2011 г. в г. Усть-Каменогорске, в Восточно-Казахстанском государственном техническом университете (ВКГТУ) им. Д. Серикбаева состоялся Международный научный семинар «Проблемы и перспективы развития геодезии и картографии в Республике Казахстан», посвященный выдающемуся ученому, заслуженному деятелю науки Российской Федерации, профессору М.М. Машимову. Об огромном вкладе профессора М.М. Машимова в развитие мировой геодезии и картографии рассказал Урал Самратов, советник генерального директора «Научно-производственного аэрогеодезического предприятия «Меридиан+» (РФ).

В рамках происходившего семинара состоялось событие, посвященное памяти профессора и его вкладу в геодезию, — открытие Кабинета геодезии им. проф. М.М. Машимова.

Во второй половине XX в. возросла необходимость решения научно-технических проблем в области геодезии и геодинимики, являющихся фундаментальной основой координатно-временного обеспечения (КВО) Вооруженных сил РФ, Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Для достижения этих целей (выполнение космических программ, навигации, исследование природных ресурсов суши и Мирового океана, техногенной сферы с применением современных и перспективных методов геодезии, навигации, длиннобазисной радиоинтерферометрии (далее — ДБРИ) — решались задачи, в которых активно принимал участие М.М. Машимов.

Значительный вклад внес М.М. Машимов в решение проблем геодинимики, космической геодезии, спутниковой навигации, ДБРИ и светолокации Луны (СЛЛ). Немало сил потрачено профессором на разработку международного проекта геодинимических полигонов (далее — ГДП) с участием России, Казахстана, Украины, Ирана, Турции. В работах профессора кафедры геодезии и астрономии М.М. Машимова [1—20] приведены результаты теоретических и практических исследований по



*Мухамбет Машимович Машимов
(1930—2001)*

геодезическому обеспечению ГДП, применению исходных астрономо-геодезических и гравиметрических данных (АГГД) и новейших технологий традиционной геодезии, GPS (Global Positioning System), ДБРИ — технологий для решения задач геодинимики, геологии.

Мухамбетом Машимовичем Машимовым впервые были предложены новые идеи по применению для прогнозирования возможных опасностей и рисков геодинимических и геоинформационных технологий. Эти идеи нашли реализацию в федеральной целевой программе «Развитие федеральной системы сейсмологических наблюдений и прогнозирования землетрясений на 1995—2000 гг.».

В 1995—2000 гг. профессором М.М. Машимовым, к.т.н, доцентом Г.М. Нигметовым, к.т.н., доцентом И.В. Сосуновым были выполнены НИР в соответствии с ФЦП «Развитие ФССН и прогнозирования землетрясений на 1995—2000 гг.» МЧС России и натурные эксперименты и исследования в районах Северного Кавказа и Камчатки в целях создания ГДП и оценки возможностей применения геоспутниковых технологий при прогнозировании землетрясений (фото 1, 2) [19, 20, 23]. Впервые при выполнении геодинимических наблюдений были зафиксированы деформационные аномалии: сверхнизкочастотные колебания земной коры с периодом 1,5 часа и амплитудой до 3 см (рис. 1, 2).

Профессором М.М. Машимовым и его научной школой большое внимание уделялось решению проблем, связанных с решением задач геодинимики [1, 5—13, 19, 20, 23]. Выполненный анализ



Фото 1. Выезд группы для установки высокоточных спутниковых GPS-приемников на пункты наблюдения геодинамической сети «Бештау». Слева профессор М.М. Машимов, справа доцент И.В. Сосунов, посередине сотрудники ГО г. Минеральные Воды



Фото 2. Профессор М.М. Машимов и доцент Г.М. Нигметов после установки триггера и подготовки к установке антенны на геодинамической сети «Бештау»

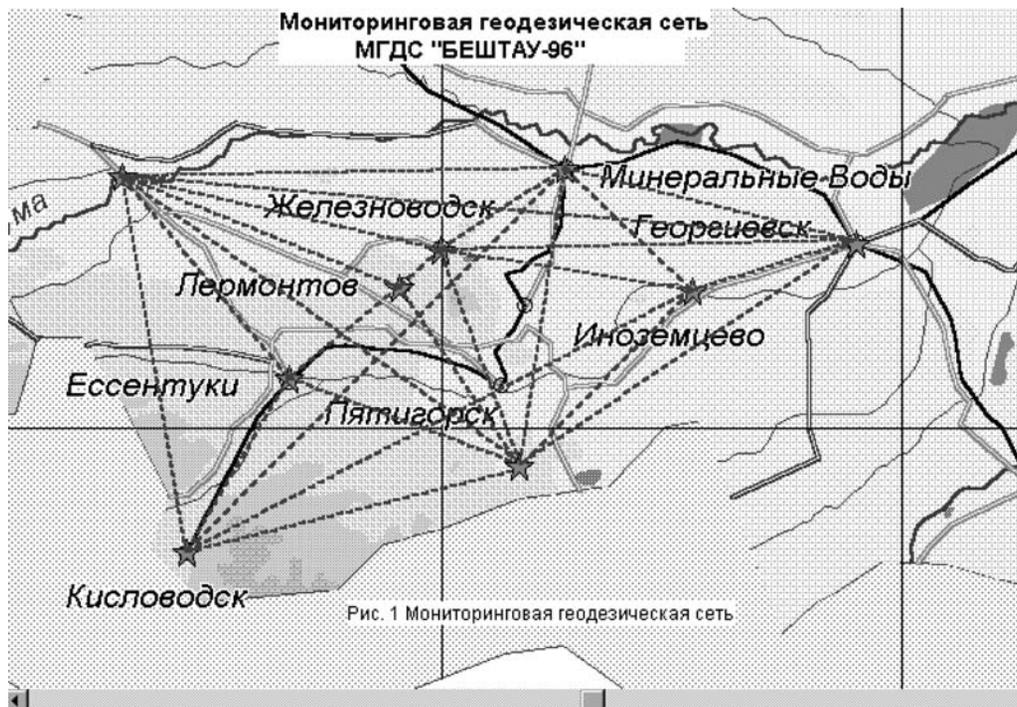


Рис. 1. Геодинамическая сеть «Бештау» по мониторингу сейсмической активности территории

работ М.М. Машимова [11, 14, 19, 20] показал, что современные традиционные методы геодезического обеспечения специальных сетей ГДП для спецобъектов не удовлетворяют перспективным требованиям изучения современных движений земной коры (СДЗК), прогнозированию техногенных явлений. Учитывая важное значение геодинамики для нашей страны, им был разработан международный региональный проект пространственных астрономо-геодезических сетей (далее — ПАГС) [14].

В настоящее время при решении актуальных проблем обеспечения эталонных полигонов, ГДП

спецобъектов РСЧС важной задачей является построение и создание высокоточных ПАГС с использованием комбинации из результатов спутниковых, астрономо-геодезических и гравиметрических измерений (АГГИ). Анализ работ М.М. Машимова и других ученых показывает, что при создании исходных ПАГС целесообразно применение пространственных топоцентрических горизонтных систем координат (ТГСК) [3, 15, 23].

Имеются предложения профессора М.М. Машимова о целесообразности замены в РФ референц-эллипсоида общеземным, однако реализация их мо-

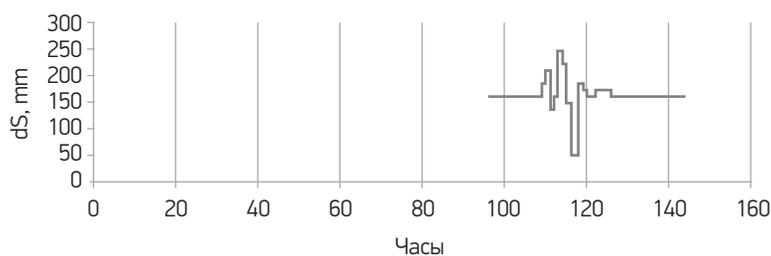


Рис. 2. Колебания земной коры перед землетрясениями, зафиксированные на геодинамической сети «Бештау»

жет быть выполнена только в перспективе в связи со значительными временными и стоимостными затратами на аналогичное переуравнивание ГГС, переиздание фотограмметрических, картографических материалов и информации.

Профессор М.М. Машимов говорил о региональных и локальных ПАГС, которые необходимы для решения широкого круга задач, связанных с обеспечением ВС РФ (например, НИПов космических войск и др. объектов); геодинимических полигонов различного назначения, геодезических полигонов для метрологии средств космической навигации, наземной навигации, гироскопии.

В работах профессора М.М. Машимова отмечается актуальность наличия ПАГС для геодинимических полигонов. Так, например, в работе [19] отмечается, что «...В Подмоскowie потребуется иметь эталонную ПАГС специального назначения со сторонами 5...70 км с относительными ошибками их определения $1 \cdot 10^{-6}$... $1 \cdot 10^{-7}$. Основное ее предназначение — аттестация приемников и вычислительных комплексов... Эта же сеть будет геодезическим полигоном, предназначенным для решения геодинимических задач второго уровня точности московского мегаполиса. Она должна состоять из 25—30 пунктов...».

Также М.М. Машимов обращал внимание на целесообразность использования пространственных топоцентрических горизонтных (геодезической, истинной) систем координат [15].

Важной задачей геодезии является планирование эффективности развития ПАГС с прогнозированием ее точности, состава и точности измерений. В связи с этим имеются работы М.М. Машимова, посвященные теории оптимального эксперимента и математическим методам моделирования в космических исследованиях, которые, несомненно, будут совершенствоваться как с теоретической, так и с вычислительной точки зрения.

Оборудование высокоточных геодинимических полигонов на Камчатке, Сахалине, Байкале, Урале и Северном Кавказе совместно с широкополосными сейсмическими и наклонометрическими датчиками позволит своевременно фиксировать деформационные аномалии земной коры для прогнозирования сейсмической активности территорий и оценки возможных вторичных опасностей.

Один из наиболее эффективных способов предупреждения возникновения такого опасного явления, как землетрясение, сегодня — это использование метода космической геодезии. Выполняются наблюдения со спутников по выставленным датчикам и определяются направления, скорости и частоты изменения движения земной поверхности в конкретном районе. Обработанные данные используются для прогнозов.

Несомненно, что в дальнейшем необходимо использовать перспективные методы геодезии в решении научных задач для обеспечения безопасности и жизни людей. С этой целью важно рассматривать вопросы современной постановки задач о системах геодезических координат, гравитационного потенциала и моментов инерций планетарных тел, теории планетарных уровней поверхностей и вращения Земли. Необходимо изучать и применять общую теорию планетарных геодезических задач, проблемы планетоцентрических координат и внешнего гравитационного поля на эпоху, геофизические и геодинимические аспекты задач современной геодезии.

При применении на практике методов решения научно-технических задач в области геодезии и геодинимики, являющихся основой КВО Вооруженных сил РФ и РСЧС, выполнения космических программ, навигации, исследования техногенной сферы с применением современных и перспективных методов геодезии, мы вспоминаем замечательного человека, мудрого учителя и деятеля науки, отдавая дань его энергии и прозорливости.

Литература

1. Машимов М.М. Планетарные теории геодезии. М.: Недра, 1986.
2. Машимов М.М. Теоретическая геодезия. М.: Недра, 1991.
3. Машимов М.М. Высшая геодезия. М.: ВИА, 1991.
4. Машимов М.М. Современные и перспективные задачи геодезии // Геодезия и картография. 1989. № 3. С. 19—26.
5. Машимов М.М., Малец К.В., Швеиц А.И. О возможностях определения параметров геоцентрической системы геодезических координат современными методами геодезии // Изв. вузов. Геодезия и картография. 1979. № 5. С. 30—34.

6. Машимов М.М. Системы координат и геофизические поля в геодезии // Геодезия и картография. 1986. № 10. С. 8—12.
7. Машимов М.М., Ф.Н. Красовский и теория установления геодезических координат // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1979. № 2. С. 52—56.
8. Машимов М.М., Малец К.В. Оперативное определение положения центра масс Земли и элементов ориентирования системы геодезических координат по наблюдениям ИСЗ // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1980. № 2. С. 48—53.
9. Машимов М.М. Методы математической обработки астрономо-геодезических измерений. М.: ВИА, 1991.
10. Машимов М.М., Малец К.В. Оценка точности определения положения центра масс Земли и элементов ориентирования геодезической системы координат // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1984. № 1. С. 45—49.
11. Машимов М.М. Исследование движений литосферных плит как раздел учения о фигуре нестационарной Земли // Геодезия и картография. 1994. С. 17—25.
12. Машимов М.М., Малец К.В. Оценка положения полюса и неравномерности вращения Земли по наблюдениям ИСЗ // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1983. № 6. С. 52—57.
13. Машимов М.М., Малец К.В., Саталкин О.М. Исследование эффективности численных оценок и линейных измерений при построении сети астрономо-геодезических обсерваторий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1979. Вып. 6.
14. Машимов М.М. Координатно-гравитационная задача как одна из главных в астрономо-геодезии нового времени // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2000. № 3. С. 43—78.
15. Машимов М.М. К 50-летию введения Единой системы геодезических координат и высот // Геодезия и картография. 1996. № 1. 7 с.
16. Машимов М.М., Малец К.В. Определение координат полюса и неравномерности вращения Земли по наблюдениям космических объектов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1980. Вып. № 6.
17. Машимов М.М. Геодезические уравнения в пространственной топоцентрической системе координат // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1976. № 1. 49 с.
18. Машимов М.М., Малец К.В., Смирнов С.А. Динамический метод космической геодезии определения параметров внешнего гравитационного поля Земли по результатам дальномерных, доплеровских и высотомерных измерений // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1992. № 4—5.
19. Машимов М.М. Технологии геодезии новейших времен: первые шаги и проблемы // Геодезия и картография. 1997. № 6.
20. Машимов М.М. Геодезические этюды // Геодезия и картография. 1996. № 1. С. 14—26.
21. Машимов М.М. Наука познания земной гравитации // Геодезия и картография. 1997. № 4. С. 13—19.
22. Машимов М.М. Геодинамические аспекты изучения изменений фундаментальных характеристик Земли во времени // Геодезия и картография. 1996. № 4.
23. Машимов М.М. Всеобщий взгляд на геоспутниковую технологию // Геодезия и картография. 1994. № 4. С. 6—11.

Сведения об авторах

Нигметов Геннадий Максимович: кандидат технических наук, доцент, Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)»

Количество публикаций: более 100

Область научных интересов: инновационное развитие

Контактная информация

Адрес: г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (495) 400-90-37; доб.: 40-37

E-mail: tagirmaks@mail.ru

Корнеев Константин Викторович: кандидат технических наук, Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)»

Количество публикаций: 10

Область научных интересов: безопасность жизнедеятельности

Контактная информация

Адрес: г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (495)983-65-48, доб.: 48-35

E-mail: Kostas_66@mail.ru

Аннотации статей на английском языке

COST ESTIMATION OF THE SOCIAL DAMAGE CAUSED BY FAILURE AND SAFETY OF STRUCTURES

I. N. Ivashchenko, Research Institute of Energy Structures, Moscow

K. I. Ivashchenko, STC "Gidrotehbezopasnost", Moscow

Annotation. Modern methods of evaluating the economic equivalent of the "value of life" (VSL) have been reviewed. It has been shown that methods based on determining the "willingness to pay" (WTP) are currently prevailing. Based on the analysis of foreign and domestic publications distinct proposals on the problem of evaluating the "value of life" and applying the results to the feasibility study of structures and events ensuring their safety have been made. The ability to estimate the effectiveness of rescue and evacuation services from danger zones has been pointed out. Guidelines for the practical implementation of estimates for the "value of life" via modern IT-technologies have also been provided. Examples of practical application of these recommendations have been introduced including the one for the Czech Republic, which is close in mentality to our country's population.

Keywords: social damage, safety of structures, the risk of failure, damage from failure, "value of life", evaluation methods, the willingness to pay, Information technologies (IT).

AN ANALYSIS OF THE CURRENT METHODS FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF THE GOVERNMENT PROGRAM "THE PROTECTION OF THE POPULATION AND TERRITORIES FROM EMERGENCY SITUATIONS, FIRE SAFETY AND SAFETY ON WATER" AND PROPOSALS FOR ITS ADJUSTMENT

V. V. Artukhin, All-Russia Science Research Institute for Civil Defense and Emergency Management, EMERCOM of Russia

Annotation. The paper focuses on some of the shortcomings of methods assessing the effectiveness of the implementation of government programs developed in accordance with the requirements. Using government program "The protection of the population and territories from emergency situations, fire safety and safety on water" as example, it offers an alternative version of the method, free from the need to use expert judgment and gives a complete and detailed picture of the implementation of the government program.

Keywords: government program, performance evaluation, control events, weight of indicator.

THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES IN RESPONDING TO EMERGENCIES

D. V. Kuleshov, the Central Regional Center of EMERCOM of Russia, Moscow

Annotation. The article discusses modern technologies of emergency response to ensure comprehensive safety of citizens.

Keywords: emergency, technology, crisis management system, airmobile group of the emergencies Ministry forces, high-tech system, comprehensive safety of citizens.

USING SOCIAL NETWORKING SERVICES FOR DECISION-MAKING SUPPORT IN EMERGENCIES

K. R. Enikeeva, A. Kh. Abdullin, O. I. Hristodulo, Ufa State Aviation Technical University

Y. I. Isayeva (Yusupova), Ufa State Petroleum Technological University

Annotation. This paper discusses the use of social networking services for rapid response to emergencies. It also analyzes the experience of attracting information generated by social media users in emergencies for use in the work of rescue services and emergency response. The possibility of improving the quality of rescue and other emergency operations at the expense of information support of activities in the exploration phase of the emergency area, the detection of victims and clarification of the scope of the disaster are substantiated. The authors propose a concept of the information system that enables collecting and automated analysis of messages, and list the basic functionality of the specified system. The authors focus on the involvement of geographic information systems as a core technology to support decision making in emergency situations. The article describes the prototype of the developed software and an example of its use.

Keywords: social networks, geographic information system, Twitter, text mining, emergency, disaster area reconnaissance, decision-support system.

RESULTS OF SYSTEM AND DYNAMIC MODELING OF PROCESS OF INFORMING THE POPULATION AT CHEMICAL ACCIDENT

R. A. Durnev, A. S. Kotosonova, R. L. Galiullina, All-Russian Research Institute on Problems of Civil Defence and Emergency Management of the EMERCOM of Russia

Annotation. In the previous article the system and dynamic model of informing the population during an accident is given in chemically dangerous object by means of services of cellular communication. The results of modeling actions of people in the specified conditions allowing to determine the rational frequency of mailing messages and to estimate an informing contribution to realization of protective measures are given in the present article. These results are the basis for recommendations about informing the population in the conditions of emergency situations.

Keywords: system and dynamic model, accident, chemically dangerous object, informing the population, the message, protective actions, modeling, machine experiment.

REDUCED FIRE RISK IN BUILDINGS CROWDED WITH PEOPLE

V. M. Kolodkin, B. V. Chirkov, Udmurt State University, Izhevsk

Annotation. The article discusses the individual fire risk and how to reduce it. The necessity of creating a system of evacuation of the building in case of fire, which will reduce the risk of fire. The model of foot traffic in the building, which gives a minimum time of evacuation of the building — RINTD-Evac. The results of testing the model and comparing it with the Pathfinder and FDS + Evac. Presented by the use of software RINTD-Evac to design restrictions that are intended to reduce fire risk in the individual buildings.

Keywords: fire risk, the search restrictions, reducing the risk of fire, computer modeling, human flows.

RELIABILITY PREDICTION OF TECHNIQUES CONSEQUENCES OF THE EXPLOSION OF THE FUEL-AIR MIXTURE AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

R. E. Vaskov, Center of Rescue Units, Novomoskovsk

N. M. Kochetov, Novomoskovsky Institute for Advanced Studies

Annotation. The actual development of science-based approach to build «event tree» to quantify the risk of accidents at hazardous production facilities. Analyzed Modern logic «event trees» of existing regulations is analyzed. Findings, recommendations for their elimination are given.

Keywords: accidents risk analysis, «event tree», facility safety, affecting factors.

INTEGRATED ASSESSMENT OF THE BUDGETARY RISKS

V. V. Gamukin, Tyumen State University, National Research Tomsk State University

Annotation. The assessment of influence of various risks on the budgetary plan demands application of integrated methods. In article it is offered for consideration of 15 risks grouped in 3 groups on 5 risks. The variety of risks doesn't allow to put them in the traditional ways. In each case preliminary research of various risks for the purpose of development of the appropriate measures according to their account and compensation of negative consequences is necessary. One of stages of such research is the analysis of communications between risks with use of tools of the theory of graph.

Keywords: budgetary risks, network of risks, graph theory.

SELECTION OF THE OPTIMAL STRATEGY TO REDUCE THE RISK OF ACCIDENTS AND INCIDENTS ON HAZARDOUS INDUSTRIAL FACILITIES WITH THE HELP OF FUZZY MULTI-CRITERIA ANALYSIS

S. V. Glukhov, A. V. Glukhov, OOO "VolgoUralNIPgaz", Orenburg

Annotation. The application of fuzzy multi-criteria analysis for selection of the optimal strategy to reduce the risk of accidents and incidents is considered in the article.

Keywords: oil, gas, accident, risks, fuzzy sets, Saati's paired comparisons.

APPLICATION OF GEODYNAMIC AND GEOINFORMATION MONITORING TECHNOLOGIES FOR ASSESSMENT OF HAZARDS AND RISKS

G. M. Nigmatov, K. V. Korneev, All-Russian Research Institute on Problems of Civil Defence and Emergency Management of the EMERCOM of Russia

Annotation. The article speaks about the contribution of Professor M. M. Mashimov, who on November 24 2015 celebrated grantelk 85th anniversary of the birth, in the solution of scientific and technical problems in geodesy and geodynamics, which are fundamental coordinate and time support of the armed forces of the Russian system of prevention and liquidation emergency situations, navigation, natural resources exploration the land and the oceans, man-made factors with the use of modern and prospectsdifferent methods of geodesy.

Keywords: geodesy, coordinate and time support, geodynamics polygon, Geode-Namig, geospatial technology.

Инструкция для авторов

1. Общие требования к представлению статьи

Журнал «Проблемы анализа риска» публикует междисциплинарные научные и прикладные материалы, посвященные анализу рисков различного происхождения и характера: техногенного, природного, социально-экономического, финансового, экологического и др.

Представляемая в редакцию статья должна соответствовать тематике журнала, быть написана на русском языке (титulyный лист представляется на русском и английском языке), быть оригинальной, ранее не опубликованной и не представленной к публикации в другом издании.

Авторы несут ответственность за достоверность приведенных сведений, отсутствие данных, не подлежащих открытой публикации, и точность информации по цитируемой литературе.

Все представленные в редакцию журнала рукописи авторам не возвращаются.

2. Порядок представления рукописи

Первоначальное представление статьи в редакцию журнала осуществляется в электронном виде одним из следующих способов:

- с помощью электронной почты на e-mail journal@dex.ru, (копия: rag@dex.ru)
- на CD-диске по почте,
- непосредственно в редакцию журнала на любом электронном носителе.

В наименовании электронного файла должны быть указаны: первый автор статьи, сокращенное название статьи, дата представления (например, «Иванов_Стандарты финансового РМ_120111»). На обложке CD-диска или в теме сообщения, посланного на электронный ящик редакции, должно быть указано наименование файла статьи.

Статья будет направлена на рецензирование одному или двум экспертам. Возможно, потребуются доработка или переработка статьи по результатам рецензирования до принятия решения о ее опубликовании.

После принятия решения об опубликовании статьи авторы должны представить в редакцию окончательный подписанный вариант рукописи, на бумажном носителе, а также электронную версию статьи и свою фотографию, приложив их к рукописи на CD-диске или передав на электронный почтовый ящик редакции (journal@dex.ru; rag@dex.ru). Редакция оставляет за собой право дальнейшей редакционной и корректорской правки статьи. Корректурa автору в обязательном порядке не высылается, с ней можно ознакомиться в редакции.

Если статья не принимается к печати, автору высылается отказ по электронной почте.

3. Лицензионный договор

Если принято решение об опубликовании статьи, в соответствии с требованиями Гражданского кодекса РФ между авторами и журналом заключается лицензионный договор с приложением к нему акта приема-передачи произведения. С лицензионным договором и актом приема-передачи произведения можно ознакомиться на сайте www.dex.ru в разделе «Инструкция для авторов». Данные документы, подписанные со стороны авторов, должны быть переданы в редакцию вместе с окончательным подписанным вариантом рукописи.

4. Общие требования к рукописи

Электронный файл рукописи должен быть сформирован с использованием стандартных пакетов редакторских программ (например, MS Word, WordPad).

Формат страниц: А4, рекомендуемые отступы от краев листа: сверху и снизу — 3 см, слева и справа — 2 см, рекомендуемый шрифт Times New Roman, 12 пт, междустрочный интервал — одинарный или полуторный. Страницы должны быть пронумерованы.

Файл со статьей должен содержать:

- 1) титульный лист (на русском и английском языке),
- 2) текст статьи (введение, структурированные разделы статьи, заключение),
- 3) литературу (последовательный перечень цитируемой литературы),
- 4) сведения об авторах.

5. Титульный лист

Представляется на русском и английском языках и должен включать:

- УДК,
- краткое информативно-смысловое название,
- инициалы, фамилию,
- краткое (по возможности) наименование организации (при указании организации не допускается приводить только аббревиатуру). Располагается после фамилии автора,
- город,
- аннотацию: должна быть краткой (не более 200 слов), информативной и отражать основные положения и выводы представляемой к публикации статьи,
- ключевые слова (не более 15) должны способствовать индексации и классификации,
- содержание: включает заголовки первого уровня разделов, использование ссылок и указание страниц не допускается.

6. Текст статьи

Основной текст статьи должен содержать:

- введение,
- структурированные, пронумерованные разделы статьи,
- заключение,
- литература.

Введение должно содержать четкое обозначение целей и задач работы. В нем могут даваться ссылки на ключевые работы в области исследования, но введение не должно быть литературным или историческим обзором.

Структурированные разделы статьи должны содержать четкое и последовательное изложение материала работы. Заголовки разделов основной части должны иметь нумерацию (1, 2, 3 и т. д.), эта же нумерация должна быть отражена в содержании (разделы введение, заключение, литература, сведения об авторах не нумеруются). Допускается в каждом разделе создавать подзаголовки разделов.

Заключение должно включать основные выводы, обсуждение спорных моментов, значимость теоретических положений, их ограничения; место и роль в разрезе предыдущих исследований, возможностей практических приложений.

7. Требования к таблицам, рисункам и формулам

Таблицы и рисунки

Таблицы и рисунки рекомендуется располагать внутри текста после первого указания на них. Размер таблиц и рисунков не должен выходить за рамки формата текста. Все таблицы и рисунки должны быть последовательно пронумерованы и иметь краткое название (название таблиц дается над таблицей, рисунков — под ними).

Таблицы и рисунки должны быть понятными безотносительно к объяснению в тексте. Пояснения к таблицам и рисункам должны быть краткими. Пояснения к таблицам должны располагаться внизу таблицы и иметь указатели с использованием надстрочной буквенной или цифровой индексации (меньшего размера относительно текста). Пояснения к рисункам должны располагаться под названием рисунков с использованием шрифта меньшего размера относительно текста названия рисунков.

Таблицы представляются в стандартном редакторе MS Office, например MS Word или MS Excel.

Рисунки должны быть высокого качества. Графики должны предоставляться преимущественно в формате MS Excel. Схемы и карты представляются в векторных форматах EPS, CDR. Фотографии и другие иллюстративные материалы, предоставляемые в виде растровых изображений, должны иметь разрешение 300 dpi (при размере на формат издания) и быть в форматах TIFF или JPEG (без сжатия). На растровых рисунках должны хорошо прочитываться текст и все значимые элементы.

Формулы

Отдельно стоящие формулы должны быть набраны с использованием стандартных средств MathType или Equation.

Переменные величины и элементы формул, располагаемые внутри текста, набираются по возможности с использованием текстовых выделений (нижний, верхний регистры, курсив, греческие буквы и т. д.)

Формулы и буквенные обозначения должны быть тщательно выверены автором, который несет за них полную ответственность.

8. Литература

Библиографические ссылки в статье рекомендуется осуществлять как затекстовые ссылки и обозначать номерами в порядке цитирования в квадратных скобках, например [1] или [2—5], при необходимости с указанием страниц. Ссылки на неопубликованные работы недопустимы. Список литературы должен размещаться в конце статьи и составляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка».

Порядок составления списка следующий:

- для книг: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название, место и год издания, издательство, общее количество страниц;
- для глав в книгах и статей в сборниках: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название статьи, полное название книги, фамилия и инициалы редактора (редакторов), место и год издания, издательство, номера первой и последней страниц;
- для журнальных статей: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название статьи, название журнала, том издания, номер, номера первой и последней страниц. Если число авторов больше трех, вначале пишется название статьи, затем все авторы и далее название журнала, том издания, номер, номера первой и последней страниц;
- для диссертаций: фамилия и инициалы автора, докторская или кандидатская, полное название работы, год и место издания.

Ссылки на литературу в статьях, представленных для публикации зарубежными авторами, могут производиться с использованием международного стандарта.

Авторы самостоятельно несут ответственность за точность информации по цитируемой литературе.

9. Сведения об авторах

Сведения об авторах должны включать:

- фамилию, имя и отчество (полностью),
- степень, звание и занимаемую должность, полное и краткое наименование организации,
- число публикаций, в том числе монографий, учебных изданий,
- область научных интересов,
- контактную информацию: почтовый адрес, телефон, факс, e-mail.

Учредители:

- Общероссийская общественная организация «Российское научное общество анализа риска»
- ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ)
- Финансовый издательский дом «Деловой экспресс»

Журнал внесен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России (ВАК) для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается

При перепечатке и цитировании ссылка на журнал «Проблемы анализа риска» обязательна

Присланные в редакцию материалы рецензируются и не возвращаются

Статьи, не оформленные в соответствии с Инструкцией для авторов, к рассмотрению не принимаются

Ответственность за достоверность фактов, изложенных в материалах номера, несут их авторы

Мнение членов редколлегии и редсовета может не совпадать с точкой зрения авторов

Редакция не имеет возможности вести переписку с читателями (не считая ответов в виде журнальных публикаций)

Журнал издается с 2004 года. Периодичность: 1 раз в 2 месяца

© Проблемы анализа риска, 2016

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-61704 от 25.05.2015

Формат 60 × 84 1/8. Объем 12 печ. л. Печать офсетная. Тираж 1000 экз. Подписано в печать 19.02.2016.

Редакция:

Главный редактор
Быков Андрей Александрович
E-mail: journal@dex.ru, par@dex.ru

Ответственный секретарь
Виноградова Лилия Владимировна
E-mail: journal@dex.ru

Отдел подписки
Тел.: +7 (495) 787-52-26
E-mail: journal@dex.ru

Верстка:
Луговой Александр Вячеславович,
Лебедева Наталья Сергеевна,
Столбова Марина Сергеевна

Корректурa:
Легостаева Инна Леонидовна,
Таборская Людмила Вильгельмовна,
Шольчева Янина Геннадьевна

Дизайн: АО ФИД «Деловой экспресс»

Адрес редакции:
125167, г. Москва, ул. Восьмого Марта 4-я, д. 6А
АО ФИД «Деловой экспресс»
Тел.: +7 (495) 787-52-26

Издание, распространение и реклама —
АО ФИД «Деловой экспресс»,
125167, Москва, ул. Восьмого Марта 4-я, д. 6А
Тел.: +7 (495) 787-52-26
E-mail: journal@dex.ru

<http://www.dex.ru>

КРУПНЕЙШАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ВЫСТАВКА ПО БЕЗОПАСНОСТИ

17 - 20 мая

Москва, ВДНХ, павильон №75



международный салон

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 2016



Тематические разделы

 **Пожарная
безопасность**

 **Техника
охраны**

 **Безопасность
границы**

 **Медицина
катастроф**

 **Защита
и оборона**

 **Средства
спасения**

 **Экологическая
безопасность**

 **Промышленная
безопасность**

 **Информационные
технологии**

 **Комплексная безопасность
на транспорте**

 **Ядерная радиационная и
химическая безопасность**

 **Авиационно-спасательные
технологии гражданской обороны**

 **Безопасность
на водных объектах**

 **Технологии дистанционного
зондирования земли**

 **Материально-техническое
обеспечение силовых структур**