

П.С. СЕРЕНКОВ,
д. т. н., зав. кафедрой
«Стандартизация, метрология
и информационные
системы» БНТУ

В.Л. ГУРЕВИЧ,
директор БелГИСС

В.М. РОМАНЧАК,
канд. ф.-м. наук, доцент кафедры
«Инженерная математика» БНТУ

А.В. ЯНУШКЕВИЧ,
инженер БелГИСС

О.А. ВЛАСЮК,
инженер БелГИСС

МЕТОДИКА НОРМИРОВАНИЯ РИСКА СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Актуальность вопросов оценки и анализа риска в строительстве на сегодняшний день не вызывает сомнений. Такая ситуация обусловлена множеством специфических особенностей, связанных с данной деятельностью. Среди этих особенностей стоит выделить особое значение строительной отрасли, как одного из важнейших двигателей национальной экономики, а также особый статус строительных норм и правил в отношении аспектов эффективного и безопасного возведения зданий и сооружений. Именно поэтому сегодня важно уметь управлять рисками, обусловленными таким достаточно специфическим фактором, как нормативно-методическое обеспечение, или, другими словами, стандартизацией в данной отрасли [1]. Для целей качественного и количественного оценивания риска стандартизации предложена концепция экспертной системы, основные положения которой подробно описаны в [2]. Однако, помимо решения проблемы оценивания риска в рамках экспертной системы, важно понимать необходимость установления достоверной нормы риска, которая соответствовала бы выбранным подходам при его оценке.

При решении данного вопроса необходимо учитывать множество факторов, влияющих на формирование объективной и удовлетворяющей критерию полноты и избыточности допустимой нормы риска, обусловленного деятельностью по стандартизации. Такой подход подразумевает как можно более широкое рассмотрение риска стандартизации, поскольку его проявление носит системный характер и максимально охватывает такую специфическую деятельность, как строительство. В данном случае понятие критерия риска по своей сути приближено к понятию последствия при рассмотрении его негативного контекста, однако вероятностная составляющая также должна учитываться в данной комплексной характеристике. Вести разговор о возможных последствиях в строительстве с учетом стандартизации как деятельности по установлению норм и критериев безопасности можно ввиду увеличивающегося числа аварий, вызванных дефектами строительства, старением сооружений, изменениями условий эксплуатации, ошибками в проектировании, экстремальными внешними воздействиями. Среди других причин стоит выделить возведение все большего количества современных неординарных сооружений с необычными конструктивными особенностями и нагрузками, возрастающими масштабами реконструкции исторических городов во всем мире, зачастую проводимой в сложных геотехнических условиях, большой степенью ответственности при проектировании подземных сооружений, дамб, мостов, линий метрополитена. Все это говорит о необходимости создания научно обоснованных подходов к анализу риска, в том числе и к проблемам нормирования риска стандартизации в строительстве, обусловленного нормативно-методическим обеспечением.

Для решения поставленной задачи в соответствии с разработанным алгоритмом для функционирования ЭС [2] должен быть разработан один из ее основных компонентов — подсистема нормирования.

Если говорить непосредственно о понимании допустимого риска, то данный вопрос является сложной проблемой во всех подходах анализа рисков, причем особенностью является то, что с усложнением объекта, в отношении которого проводится анализ риска, возрастает комплексность понятия самого риска в целом, как результирующей оценки, и, соответственно, его нормирования — то есть установления допустимого уровня риска. Таким образом, возникает задача определения допустимого риска (как в определительном, так и в количественном смысле), то есть по сути — его нормирование.

Определение понятия *допустимого риска* приведено в различных технических нормативных правовых актах и имеет различную интерпретацию. Это обусловлено главным образом тем, что понятие риска, его оценки и оценивания как систематизированной области отличается в случаях отсутствия контекста, то есть в наиболее общем виде, и в контексте обеспечения безопасности (безопасность зданий и сооружений, охрана труда, промышленная безопасность и т. п.). И хотя второй случай является менее общим и должен в принципе сводиться к более общему, данная ветвь находит свое развитие и применение по причине практической востребованности.

В настоящее время в экономике активно разрабатываются методики оценки рисков, направленные на систематизацию и обобщение информации о рисках с целью недопущения реализации проектов, дестабилизирующих финансовое положение организации, а также в более крупных масштабах страны, региона. Однако их применение недостаточно результативно по причине отсутствия возможности строгой формализации деловой и предпринимательской активности субъектов рынка и направлений их деятельности. Следовательно, для целей разрабатываемой экспертной системы необходимо определить и выработать специальный подход к установлению допустимого риска.

Выявление ограничений, которые необходимо учитывать при построении подсистемы нормирования риска

Специфика формирования подсистемы нормирования риска стандартизации в строительстве заключается в определении ряда ограничений, связанных как с концепцией анализа риска, так и со структурой экспертной системы. Анализ применяемой методологии и предложенной концепции экспертной системы позволил выявить ограничения по соответствующим типам, представленным на рис. 1.

Поскольку риск проявляется сочетанием вероятности и последствий неблагоприятного события, то необходимо предусмотреть в рамках разрабатываемой экспертной системы подход к нормированию риска, учитывающий обе эти составляющие. Однако в данном случае представляется целесообразным отказаться от разделения вероятностной составляющей и последствий риска, а стремиться к их совместной оценке для целей нормирования. При этом следует отметить, что, кроме собственно анализа с позиций риска, эксперту необходимо учесть и те аспекты, которые присущи нормированию риска в отличие от его оценки, а именно аспекта допустимости. Таким образом, специалист высокой квалификации учитывает и социально-экономические, и экологические, и материально-технические эффекты, а также общий расширенный контекст объекта анализа, а именно состояние науки и техники в области строительства, перспективы развития, картину прецедентов, политическую и историческую ситуацию, а также культурные особенности и в некоторой степени — уровень общественного мнения, однако придерживаясь при этом компетентной и максимально объективированной позиции. Данная задача является сложной как с профессиональной, так и с психологической точки зрения, поскольку, как отмечалось выше, перед экспертом стоит задача установить пределы допустимости риска с наибольшей степенью объективности и компетентности, максимально снизив при этом составляющую неопределенности, вызванную личностным фактором, психологическими ограничениями и другими факторами предвзятости.

Предлагаемый к реализации в рамках экспертной системы подход базируется на применении классификатора стандартов и состоит в определении допустимых уровней риска для выделенных в рамках данной классификации категорий объектов. Назначение допустимых уровней риска производится с применением экспертных методов, однако данные методы не затрагивают экспертных суждений, на основе которых строится модель количественной оценки риска, что в сочетании с принципиально иным подходом к получению численных значений риска обеспечивает существенное необходимое отличие в источниках сравниваемых и критериальных оценок. Основой экспертной процедуры тот факт, что допустимый риск обуславливается мерой наихудших последствий, и экспертное мнение выражает такую меру с позиций допустимости с профессиональной точки зрения, то есть с учетом максимального количества достоверной и объективной информации (в отличие от непрофессиональных суждений, имеющих сугубо психологический характер и основанных на данных, степень достоверности которых не всегда приемлема). Сближение общественной и компетентной точек зрения, как уже отмечалось выше, — задача коммуникации риска.

Получаемые значения носят предварительный характер и используются в рамках экспертной системы в качестве критерия для рекомендаций по принятию управляющих решений в отношении риска и могут быть пересмотрены лицом, принимающим решение, если в конкретном случае

ОГРАНИЧЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С МЕТОДОЛОГИЕЙ ОЦЕНКИ РИСКА

- необходимость решать задачу нормирования риска как задачу многопараметрической оптимизации по различным типам критериев
- необходимость должным образом учесть морально-этические аспекты допустимости риска
- необходимость анализа проблемы нормирования риска с позиций профессиональной психологии

ОГРАНИЧЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ СО СТРУКТУРОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

- необходимость построения гибкой модели нормирования, которая позволяла бы учитывать с одной стороны все необходимые аспекты, с другой стороны — возможность ситуативного изменения контекста
- необходимость согласования количественного выражения полученной нормы риска с подходами, применяемыми в других подсистемах экспертной системы, а именно — при количественной оценке риска

Рис. 1. Ограничения, связанные с построением подсистемы нормирования риска

имеют место дополнительные обстоятельства, существенным образом влияющие на результаты оценивания. Таким образом, выработка критериальных значений в рамках экспертной системы построена на основании оптимального подхода, обеспечивающего, с одной стороны, достаточную обоснованность в рамках поставленной цели, и приемлемую достоверность — с другой, т. к. не вводит потенциальных пользователей системы в заблуждение относительно точности, достоверности и применимости данных значений.

В результате проводимого исследования применена процедура получения экспертных оценок в соответствии с классификатором в отношении группы объектов стандартизации — строительные материалы и строительство. При реализации таких процедур будет происходить заполнение матрицы значений допустимого риска. Можно также предложить итерационный механизм пересмотра значений, чтобы обеспечить повышение сходимости экспертных оценок, наполняющих матрицу, с реальными ситуациями применения экспертной системы.

Преимущества предложенного подхода очевидны: он полностью соответствует цели, задачам и объему исследования, поскольку применять для нормирования рисков в стандартизации более детально дифференцированный подход (а именно, нормировать отдельно каждый вид опасности для видов источников) нецелесообразно, более того — практически невыполнимо по очевидным причинам: невозможно рассмотреть и оценить все виды опасностей всех видов источника риска для всех видов объекта по стандартизации.

Однако определения только области стандартизации (в данном случае строительство) для допустимого риска очевидно недостаточно. В отношении любого объекта разрабатывается множество стандартов, затрагивающих различные его аспекты, что в свою очередь определяет различия в мерах допустимости риска при назначении нормативных требований. Для того чтобы учесть данный фактор, следует внести в модель нормирования риска составляющую, определяющую влияние стандартизуемого аспекта на величину допустимости риска (рис. 2). Ведь в отношении группы объектов «строительные материалы и строительство» могут разрабатываться стандарты, устанавливающие требования к различным их аспектам (например, токсической безопасности, маркировке и т. д.), формирующие риски различного свойства и величины (угроза жизни и здоровью человека и введение потребителя в заблуждение соответственно).

Наиболее рациональным представляется введение матрицы, измерения которой и будут соответствовать составляющим системы. Следующим шагом следует определить, каким образом представить компонент системы, позволяющий учесть аспект нормирования риска в отношении объекта. Для этого предлагается применить градацию критериев, сопоставив уровни критериев с группами по классификатору. Данная задача будет решена в рамках рассмотрения ограничения, связанного со структурой экспертной системы, учитываемой при конкретизации нормы риска.

Исходя из того что задача нормирования риска является, с одной стороны, задачей оптимизации с учетом собственно безопасности, а также экономического фактора, а с другой стороны — имеет сложную



Рис. 2. Модель подсистемы нормирования риска стандартизации строительной отрасли

морально-этическую составляющую, то в вопросах, касающихся стандартизации как системного источника риска, приходится применять специальные подходы, чтобы избежать количественных ошибок, а также на качественном уровне определить приемлемое толкование самого понятия и приписываемых значений.

Общей задачей анализа риска является обоснование решений, касающихся риска. Эти решения могут приниматься как часть более крупного процесса управления рисками посредством сопоставления результатов анализа риска с критериями допустимого риска. Во многих ситуациях возникает необходимость оценивания преимуществ того или иного решения. В целом назначение допустимого риска является достаточно сложной задачей, особенно в социальной, экономической и политической областях, что отмечается в [3].

Современная методология анализа риска опирается на теорию допустимого риска [4]. Согласно [5] допустимый риск — это риск, который в данном контексте считается допустимым при существующих общественных ценностях. Как следует из приведенного определения, допустимый риск является производным от принятых в обществе морально-этических норм: чем они выше, тем ниже допустимый риск; чем ниже общественная мораль, тем выше допустимый риск и, соответственно, ниже безопасность.

Проблематика морально-этической составляющей допустимости риска

Современная теория безопасности вынужденно оперирует категориями общественных ценностей, которые в свою очередь зависят от морально-этических норм, явно или неявно исповедуемых обществом. Чтобы выяснить ответ на этот вопрос, целесообразно проанализировать современную методологию менеджмента риска, отраженную в ряде документов (ISO/IEC Guide 73 и др.). Такой подход полностью идентичен морально-этическим концепциям консеквентализма (*consecventio* — следствие) [6]. Данный факт иллюстрирует взаимосвязь морально-этического аспекта с необходимостью многопараметрической оптимизации. Это означает, что существует необходимость постоянного пересмотра уровня допустимого риска, что обуславливает необходимость создания итеративных процессов оценки риска и уменьшения его до оптимальных значений, что неизбежно должно отразиться на структуре подсистемы нормирования риска. Таким образом, специалист высокой квалификации учитывает и социально-экономические, и экологические, и материально-технические эффекты, а также общий расширенный контекст объекта анализа, а именно состояние науки и техники в данной области, перспективы ее развития, картину прецедентов, политическую и историческую ситуацию, а также культурные особенности и в некоторой степени — уровень общественно-

го мнения, однако придерживаясь при этом компетентной и максимально объективированной позиции.

Определение концепции формирования шкалы нормирования риска

Для установления нормы допустимого риска при разработке конкретного стандарта необходимо определить, с учетом указанных аспектов, какой риск приемлем в его количественном выражении. Основой подсистемы очевидно должна стать шкала, применяемая для количественного выражения допустимого риска, которая должна быть согласована со шкалой количественной оценки риска, чтобы обеспечить возможность сравнения данных оценок и принятия соответствующих решений. При этом очевидно, что шкала должна иметь отличие, связанное с принципиальным ограничением, касающимся допустимости риска: не все оценки риска по соответствующей шкале могут быть допустимыми. Суть этого ограничения сводится к необходимости определения некоторого базового, исходного уровня допустимости в самом общем случае, основанного на неприемлемости критических рисков, то есть рисков, имеющих оценки, превышающие данный порог и приближенные к экстремальным на применяемой шкале. Однако традиционные методологии риска на шкале допустимости оперируют понятием и другой реперной точки — некоторого уровня риска, считающегося достаточно низким, чтобы быть априори приемлемым. Данная точка формирует на шкале «белую» область, в которой риски принимаются без дополнительного анализа. Промежуточная «серая» область требует дальнейшего уточнения значений, то есть конкретная норма риска для разрабатываемого стандарта устанавливается на основе результатов экспертного анализа в соответствии с учитываемыми факторами. Таким образом, общая концепция нормирования риска, предлагаемая в рамках рассматриваемой методологии, включает в себя следующие основные компоненты:

- шкалу нормирования риска, соответствующую шкале оценки риска;
- базовые точки приемлемости, характеризующие нормы риска в наиболее общем смысле в отличие от оценки, которая ограничена только пределами шкалы;
- обобщенные группы факторов (критериев), применяемых для конкретизации нормы риска для конкретного случая применения, и методика количественной конкретизации.

Разработка комплексного подхода к определению основных видов последствий и их анализу

Анализ существующих подходов к оцениванию последствий показал, что в каждом из рассмотренных случаев приводится их различная классификация, учитывающая специфику конкретной области деятельности. Однако данная классификация никаким образом не служит для целей количественного оценивания последствий, а только для систематизации и обобщения их характера.

В рамках же разрабатываемой экспертной системы аспект последствий необходимо рассматривать с позиций получения количественной оценки, для того чтобы им, совместно с другими компонентами системы, можно было оперировать при управлении рисками по заданному критерию (уровню допустимого риска). Это означает, что необходимо установить границу допустимости, переход которой очевидно нежелателен, поскольку связан с реализацией наихудших последствий в стандартизации (неприемлемых сочетаний факторов в процессе разработки стандарта), с одной стороны, а с другой, соответственно, ведет к недопустимому негативному влиянию разработанного стандарта на соответствующую деятельность с точки зрения безопасности и приемлемости.

Кроме того, в рамках подсистемы нормирования риска необходимо предусмотреть механизмы, позволяющие реализовать функцию своевременного регулирования допустимого риска:

- в сторону смягчения (например, при существенной переоценке влияния объекта в сфере проявления его риска вследствие вновь открывшихся сведений, позволяющих определить объект, как значительно более безопасный, по сравнению с тем, что ему приписывалось при отсутствии или неполноте такой информации);
- в сторону ужесточения (например, в результате повышения морально-этических требований общества к объектам, связанным с всеобщим переходом на иную технологию, которая может оказаться потенциальным источником дополнительного риска).

Непосредственно при анализе риска под последствиями понимают результат некоторого события и рассматривают их, как правило, в негативном контексте. В качестве результата события в таком случае выступает некоторый вред, ущерб. При этом очевидно, что определяющим моментом идентификации негативного последствия становится объект, на который оно направлено, то есть «пострадавшая сторона» (в наиболее широком смысле), которой причинен ущерб или нанесен вред. Следовательно, для определения последствия в более общем контексте, нежели результата конкретного события, необходимо перейти к рассмотрению возможных объектов («пострадавшая сторона») и выявлению соответствующих категорий последствий.

Поскольку риски в стандартизации имеют наиболее общий характер из всех возможных областей рисков и могут распространяться практически на любую область деятельности, то и последствия необходимо рассматривать в самом широком — глобальном — масштабе. Исходя из этого, объекты, на которые могут быть направлены такие последствия, в самом широком контексте представляют собой ноосферу, как совокупность указанных на рис. 3 компонентов. С учетом указанных составляющих ноосферы для анализа риска стандартизации были определены основные виды последствий, которые также представлены на рис. 3.

Определение базового уровня риска стандартизации в области строительства

Основываясь на описанной выше общей концепции шкалы приемлемости риска, построение методики нормирования риска стандартизации следует начать с определения базовой нормы, которая выступала бы в качестве границы зоны категорической неприемлемости — «черной» области.

Установление базовой точки приемлемости риска является экспертной задачей и представляет собой достаточно сложную и субъективную оценку. Поэтому для максимального упрощения такой оценки было принято решение о том, что базовая норма риска должна определяться исходя из наиболее общих представлений экспертов о стандартизации как деятельности, без учета конкретных видов последствий. Вне зависимости от области распространения стандарта было принято решение установить величину нормы риска фиксированной, таким образом, чтобы она соответствовала наиболее общему уровню значимости и влияния стандартизации в целом в контексте любого вида деятельности.



Рис. 3. Универсальный подход к определению групп последствий

Для решения поставленной задачи необходимо было определить размерность шкалы и наиболее подходящий метод для определения базовой нормы риска. В качестве такого механизма для рассмотрения вопросов по определению минимально допустимого риска были использованы некоторые аспекты FMEA анализа [7]. В частности, с помощью соответствующей 10-бальной шкалы экспертам было предложено оценить предполагаемый уровень риска, который стандартизация вносит в какую-либо деятельность, в сравнении с общим риском такой деятельности. Говоря другими словами, задача экспертной группы сводится к оценке уровня значимости стандартизации, который априори должен учитываться в контексте такого объекта стандартизации как строительство в качестве потенциального источника опасности.

Непосредственно для определения базового уровня риска была сформирована команда экспертов в области стандартизации, состоящая из семи человек. Для проведения всестороннего анализа в состав команды входили специалисты, представляющие различные направления стандартизации. В результате после проведения эксперимента была определена базовая норма риска, равная 3 баллам, которая соответствует верхней границе «черной» зоны шкалы приемлемости риска.

Анализ подхода к конкретизации допустимого уровня риска стандартизации

Работа с риском в зоне «условной допустимости», или в так называемой «серой» области, заключается в определении количественного значения поправок, которые описаны выше в виде соответствующих групп последствий: социальный ущерб, экономический ущерб, персональный ущерб, экологический ущерб.

Совершенно очевидно, что значения данных поправок полностью зависят от конкретного случая — области применения стандарта, особенности объекта стандартизации и других факторов. Но в то же время количество стандартов слишком велико, чтобы проводить оценку последствий для каждого разработанного документа. Именно поэтому предполагается целесообразным проводить количественную оценку поправок исходя из сочетания объекта и аспекта, присущих конкретному стандарту, не углубляясь на первоначальном этапе в его узконаправленную специфику (рис. 2). Рассмотрение стандарта под углом «объект + аспект» является, на наш взгляд, достаточным в контексте выстраиваемой в первом приближении подсистемы нормирования риска стандартизации.

Таким образом, при анализе последствий и для их дальнейшего адекватного учета в процессе анализа риска предлагается применять систематизированный подход, основанный на обобщенных критериях, а также экспертные методы, аналогичные FMEA [7]. Для целей же применения данных групп последствий, как критериев ужесточения или ослабления нормы риска, необходимо установить количественное выражение градаций данных критериев и предложить механизм, связывающий их с реперными точками шкалы, то есть методику конкретизации количественной оценки допустимого риска.

Наиболее рациональным представляется введение матрицы градаций, в которой заранее экспертным методом будут определены количественные значения поправок, ужесточающих базовую норму риска. Определяя значения последствий для всевозможных сочетаний «объект + аспект», эксперт должен анализировать как возможные последствия, так и вероятность их наступления, формируя в конечном итоге так называемый «относительный риск». Под относительным риском в данном случае понимается комплексное выражение предполагаемого ущерба через сочетание последствий и вероятности. Также следует отметить, что данная матрица содержит промежуточные данные, которые далее будут использованы специально разработанным механизмом формирования окончательной нормы риска.

Непосредственно при определении конкретных критериев градации для ужесточающих поправок учитывался фактор сложности повышения

«разрешающей способности оценивания» экспертами при нормировании риска в обобщенном виде. Поэтому был сделан вывод о нецелесообразности введения многоступенчатой системы градации оценочных критериев. По этой причине предлагается ограничиться традиционной трехуровневой градацией, которая привычна экспертам с точки зрения обобщенного оценивания, позволяет идентифицировать бесспорные различия в уровнях рассматриваемых признаков и в то же время не перегружена спорной детализацией. Каждому уровню присваивается количественная оценка, которая, в соответствии с представлениями экспертов, отражает необходимое ужесточение нормы риска в случае данного значения конкретного критерия (низкий уровень — 1 балл, средний уровень — 2 балла, высокий уровень — 3 балла).

В пользу предложенного подхода свидетельствует и то, что необходимо обеспечить независимость подходов к оценке и нормированию риска, то есть различные источники их количественных значений, поскольку невозможно обеспечить достоверность сравнения в случае, если источник сравниваемой оценки и источник критерия совпадают. Необходимость разведения данных категорий анализа риска и приводит к потребности в некотором подходе установления допустимого значения риска, который не был бы связан с системными методами, пофакторно на основе процессного подхода анализирующими количественную составляющую риска, которые предложены для компонента количественной оценки риска.

Алгоритм построения функционала подсистемы нормирования риска стандартизации

На этапе получения окончательной нормы допустимого риска возникает еще одна задача согласования шкал, вызванная тем, что имеет место противоречие, связанное с направлением возрастания оценок риска, получаемых в различных подсистемах ЭС. А именно, в подсистеме количественной оценки риска положительным направлением шкалы является возрастание, то есть чем выше оценка по шкале, тем она лучше с точки зрения принятия решений. Это связано с применением теории желательности для шкалирования экспертных оценок. Следовательно, необходимо принять меры к согласованию данного аспекта применения шкал, поскольку его игнорирование приводит к очевидно абсурдным результатам: «чем больше риск, тем лучше».

Оптимальным вариантом решения данной задачи является переход к противоположному направлению шкалы в «крайней» точке алгоритма применения ЭС, поскольку такие трансформации на промежуточных этапах применения шкалы приведут к дополнительным рассогласованиям в семантике шкал. Таким образом, целесообразно сохранить направление возрастания, свойственное шкале полезности, во всей экспертной системе, а переход к интерпретации риска, как негативного аспекта (то есть к отрицательному направлению возрастания шкалы), проводить на этапе определения базовой нормы риска, а также учета последствий (поправок) путем непосредственного перехода от нормирования риска к нормированию полезности. Таким образом, базовый уровень риска предлагается заменять базовым уровнем полезности и затем корректировать его при помощи поправок, учитывающих оценку последствий.

Что касается получения нормы риска стандартизации в количественном виде с учетом сочетания «объект + аспект» и в соответствии с установленной шкалой, то для этих целей применяется специально разработанный механизм комплексирования базовой нормы риска и поправочных коэффициентов. Данный механизм характеризуется специальной формулой вида 1 в соответствии с частным случаем аксиоматической модели Кини-Райфа [8]:

$$P = p_0 + (p_{\max} - p_0) \times \frac{(1 + kp_1) \times (1 + kp_2) \times (1 + kp_3) \times (1 + kp_4) - 1}{(1 + k)^n - 1}, \quad (1)$$

где P — норма допустимого риска;
 p_0, p_{\max} — определенные экспертом уровни минимально и максимально возможного риска соответственно (для случаев, когда все последствия характеризуются минимальным уровнем p_0 и максимальным уровнем p_{\max});
 k — поправочный коэффициент;
 p_1, \dots, p_4 — нормированные поправки (последствия).

В свою очередь, нормированные поправки p_1, \dots, p_4 определяются по формуле 2:

$$p_i = \frac{b_i - 1}{2}, \quad (2)$$

где b_i — ненормированные поправки, которые используют для градации ужесточающих поправок (последствий) (низкий уровень — 1 балл, средний уровень — 2 балла, высокий уровень — 3 балла).

Для того чтобы определить поправочный коэффициент k уравнения 1, необходимо экспериментально определить значения P в трех крайних точках. Для этого эксперту предлагается оценить по установленной шкале следующие данные:

- крайнюю точку p_0 , которая характеризуется базовой нормой риска b_0 равной 3-м балла, а также совокупностью поправок (последствий), имеющим самый низкий уровень ($b_0 = 3, b_1 = 1, b_2 = 1, b_3 = 1, b_4 = 1$);
- крайнюю точку p_{\max} , которая характеризуется базовой нормой риска b_0 равной 3-м баллам, а также совокупностью поправок (последствий), имеющим максимально высокой уровень ($b_0 = 3, b_1 = 1, b_2 = 3, b_3 = 3, b_4 = 3$);
- крайнюю точку $p_{\text{средн}}$, которая характеризуется базовой нормой риска b_0 равной 3-м баллам, а также совокупностью поправок (последствий), имеющим средний уровень ($b_0 = 3, b_1 = 2, b_2 = 2, b_3 = 2, b_4 = 2$).

В результате были получены следующие значения в экспериментальных точках: $p_0 = 3,5; p_{\max} = 9,5; p_{\text{средн}} = 6,5$. Полученные данные позволяют получить окончательное уравнение функции связи в рамках подсистемы нормирования риска стандартизации, которое соответствует всем ограничениям, продиктованным как концепцией анализа риска в целом, так и структурой экспертной системы.

В целях обеспечения гибкости предлагаемого механизма в контексте ужесточения или смягчения рассчитываемой экспертной системой нормы риска в подсистеме нормирования предусмотрена функция регулировки чувствительности «серой» зоны. Если по результатам опытной эксплуатации экспертной системы станет понятно, что разработанный модуль нормирования риска слишком жестко или же мягко рассчитывает границу допустимого риска, то в таком случае необходимо выполнить достаточно просто последовательность действий:

- повторно оценить $p_{\text{средн}}$ (в сторону увеличения для смягчения шкалы нормирования, в сторону уменьшения для ужесточения шкалы нормирования);
- по результатам переоценки $p_{\text{средн}}$, а также, используя ранее определенные значения p_{\max} и p_0 , необходимо заново определить значение поправочного коэффициента k .

Практическая реализация алгоритма нормирования риска стандартизации

С учетом предложенной структуры подсистемы нормирования и всех рассмотренных выше особенностей ее практической реализации в рамках экспертной системы управления разработкой государственного стандарта алгоритм нормирования риска выглядит следующим образом:

- 1) определение базовой нормы риска, используя некоторые аспекты FMEA-анализа (10-балльная шкала и подходы к определению уровня

значимости). Базовая норма риска считается относительно постоянной, пересматривается периодически по мере необходимости. На текущий момент в оценках по предложенной шкале полезности базовая норма риска имеет количественную оценку 3 балла, что соответствует минимально допустимой полезности, характеризующей приемлемое качество процесса разработки стандарта;

2) определение поправок (последствий) по матрице, содержащей рекомендуемые оценки в зависимости от конкретного стандарта и от соответствующего ему варианта критерия «объект + аспект»:

– СТБ ЕН 12898-2007 «Стекло в строительстве. Определение коэффициента излучательной способности». Объект — строительные материалы и изделия. Аспект — стандарт на продукцию. Поправки — $b_1 = 2, b_2 = 3, b_3 = 2, b_4 = 2$;

– ТКП 45-1.01-159-2009 «Строительство. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт». Объект — строительные материалы и изделия. Аспект — прочие стандарты. Поправки — $b_1 = 1, b_2 = 1, b_3 = 1, b_4 = 1$;

3) конкретизация поправок (последствий) при необходимости в сторону уменьшения или увеличения;

4) определение допустимого риска по формуле 1:

– СТБ ЕН 12898-2007 «Стекло в строительстве. Определение коэффициента излучательной способности» — $P = 6,741$;

– ТКП 45-1.01-159-2009 «Строительство. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт» — $P = 3,5$.

В качестве демонстрации работы экспертной системы на рис. 4 представлен фрагмент подсистемы нормирования риска стандартизации в рамках разработанного программного продукта.

Полученные значения носят предварительный характер и используются прежде всего на этапе тестирования экспертной системы, как программного продукта. Данные значения могут быть пересмотрены лицом, принимающим решение, если в конкретном случае имеют место дополнительные обстоятельства, существенным образом влияющие на результаты оценивания. Таким образом, выработка критериальных значений в рамках экспертной системы построена на основании оптимального подхода, обеспечивающего, с одной стороны, достаточную обоснованность в рамках поставленной цели, и приемлемую достоверность — с другой, т. е. не вводит потенциальных пользователей системы в заблуждение относительно точности, достоверности и применимости данных значений. Это особенно важно, поскольку, как отмечается в большинстве случаев,

Список литературы и использованных источников

1. Серенков П. С., Романчук В. М., Гуревич В. Л., Янушкевич А. В. Проблема минимизации рисков от деятельности по стандартизации в области строительства // Техническое нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве. — 2012. — № 2. — С. 57–60.
2. Серенков П. С., Романчук В. М., Гуревич В. Л., Янушкевич А. В. Экспертная система оценки рисков стандартизации в области строительства, перспективы практической реализации // Техническое нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве. — 2012. — № 4. — С. 34–37.
3. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем: СТБ МЭК 60300-3-9-2005. — Введ. 01.01.2006. — Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. — 23 с.
4. Менеджмент риска. Руководство по применению при проектировании: ГОСТ Р 51901.4-2005. — Введ. 01.02.2006. — Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: Стандартинформ, 2006. — 16 с.
5. Аспекты безопасности. Руководство по их включению в стандарты: ISO/IEC GUIDE 51:1999. Введ. 01.12.1999. Женева: Международная организация по стандартизации / Международная электротехническая комиссия, 1999. — 16 с.
6. Ся Юнь. Пытки и утилитаризм (размышления об этике и институтах при сравнительном анализе точек зрения Китая и Запада) // Государство и право. — 2005. — № 11.
7. Николаева Н. Г., Горюнова С. М. FMEA — анализ видов и последствий отказов: уч. пособие. — Казань: КГТУ, 2007. — 96 с.
8. Кини Р. Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения: Пер. с англ. / Под ред. И. Ф. Шахнова. — М.: Радио и связь, 1981. — 560 с.

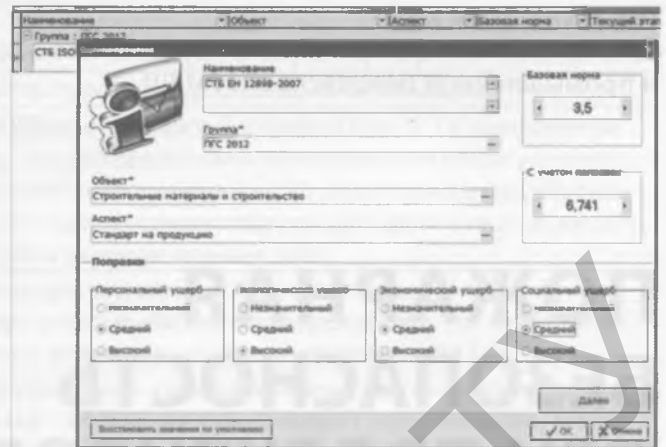


Рис. 4. Фрагмент подсистемы нормирования риска стандартизации в рамках разработанного программного продукта

назначение необоснованных, а иногда и абсурдных (как в сторону завышения, так и в сторону занижения) значений допустимого риска в результате применения необоснованных расчетных, статистических и других методов оценки приводит к абсурдным результатам оценивания риска и полностью обесценивает все получаемые результаты анализа риска.

В результате проводимого исследования применена процедура получения экспертных оценок по аналогии с FMEA анализом в соответствии с классификатором по критерию «объект + аспект». Можно также предложить итерационный механизм пересмотра значений, чтобы обеспечить повышение сходимости экспертных оценок, наполняющих матрицу, с реальными ситуациями применения экспертной системы.

Преимущества предложенного подхода очевидны: он полностью соответствует цели, задачам и объему исследования, поскольку применять для нормирования рисков в стандартизации более детально дифференцированный подход (а именно, нормировать отдельно каждый вид опасности для видов источников) нецелесообразно, более того — практически невыполнимо по очевидным причинам: невозможно рассмотреть и оценить все виды опасностей всех видов источника риска для всех видов объекта по стандартизации. Предложенный же обобщенный механизм рационально решает задачу в той постановке, в которой она представлена для целей построения экспертной системы и позволяет избежать типичных ошибок, связанных и с необоснованным повышением объемов количественных данных при отсутствии возможности обеспечить их точность и достоверность, что приводит к противоречиям при оценивании риска.