

Общая модель оценки качества социально значимой деятельности: направление «информационная безопасность»

А. Б. Крохалева, В. М. Белов

В статье предложена общая модель оценки качества социально значимой деятельности (СЗД) на примере направления «информационная безопасность» (ИБ). Обозначена роль ИБ в структуре СЗД. Оценка качества ИБ как СЗД определена в виде результата выполнения сравнения с принятыми критериями сравнения для данного вида деятельности с учетом человеческого фактора (ЧФ). Предложено определение ЧФ в контексте СЗД. Для описания компонентного состава интегрального показателя ЧФ определена классификация по различным основаниям: форма воплощения, характер взаимодействия внутри системы, содержание знаний, субъект ЧФ. Проанализированы основные подходы к оценке ЧФ. Предложена общая модель оценки СЗД, предполагающая экспертное оценивание и последующий анализ данных с использованием лингвистической, балльной и интервальной шкал. В качестве методов блока экспертного оценивания рассмотрены методы кластерного и дискриминантного анализа. В контексте СЗД обозначены методы номинальной классификации, в частности, метод построения классов, основанный на вычислении энтропии класса.

Ключевые слова: социально значимая деятельность, человеческий фактор, информационная безопасность, оценка качества.

1. Введение

Оценка качества социально значимой деятельности (СЗД) является сложной многокомпонентной и многокритериальной задачей. В настоящее время к решению этой задачи, особенно в рамках направления «информационная безопасность» (ИБ), представляющего практический интерес, привлекают большие коллективы специалистов с разной степенью профессиональной подготовки и ориентации, осведомленности о задаче в целом и ответственности.

Несмотря на многообразие литературы по теме исследования, на сегодняшний день не сформировано понятие СЗД. Некоторые авторы ставят в соответствие СЗД социально значимые блага, также распространена классификация и определение с позиций социально значимых услуг (образовательных, медицинских, жилищно-коммунальных и др.) [6]. Определим СЗД как нормативно, технически и технологически организованные циклы процессов активности индивидов в рамках общественно полезного труда, направленные на удовлетворение каких-либо социально значимых потребностей.

Циклы процессов СЗД, как правило, включают:

- возникновение социально значимой потребности;
- создание деятельности по удовлетворению данной потребности;
- получение требуемого результата по итогам деятельности;
- контроль над выполненной работой.

Необходимость изучения ИБ как СЗД обусловлена огромной степенью ее социального значения. Эта профессиональная деятельность может быть направлена на обеспечение обороны страны, на защиту основ конституционного строя, нравственности, здоровья, прав и законных интересов человека и гражданина, а также безопасности в различных областях деятельности – государственной, экологической, информационной, экономической, техносферной и иной. Целями в данном случае являются: защита жизни и здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, охрана окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений, обеспечение энергетической эффективности и ресурсосбережения и т.д. Таким образом, четко прослеживается направленность на обеспечение комплексной безопасности Российской Федерации.

Под термином «оценка качества ИБ как СЗД» будем понимать результат выполнения сравнения с принятыми критериями сравнения для данного вида деятельности, которые являются совокупностью собственных характеристик цикла процессов (технических, нормативно-организационных и других) с учетом человеческого фактора (ЧФ).

Важным звеном в данном случае является понятие ЧФ. Отметим, что в ИБ проблема влияния человека на систему стоит особенно остро.

2. Человеческий фактор в контексте СЗД

Термин «человеческий фактор» появился в середине XX века как новая междисциплинарная область знаний при описании специфики многовидового взаимодействия человека и техники в больших системах [5]. Далее ЧФ рассматривали в рамках идей человеческого капитала. В советский период ЧФ изучали в рамках социальной сущности человека через характер его производственной и общественной деятельности [4, 15].

Современная концепция ЧФ демонстрирует более широкий подход, рассматривая не только знания, воплощенные в человеке, но и накопленные научные знания, объективированные в новых базах данных и др., а также отношениях с другими экономическими субъектами [11].

Человеческий фактор может быть определен как специфический вклад человека в обеспечение качества и эффективности деятельности системы, элементом которой он является. Таким образом, абсолютно все свойства системы от структурности до неаддитивности ЧФ наследует.

Более того, в структуре ЧФ выделяют как природные, так и социальные элементы, многие из которых могут быть развиты и усовершенствованы путем физических и психологических действий и главным образом образования [6].

В рамках вышеизложенного дополнительной задачей является оценка ЧФ в СЗД в контексте оценки уровня образования специалиста в соответствующей профессиональной деятельности и комплекса психофизиологических характеристик (рис. 1), а именно:

- энергетических, характеризующих уровень активности физиологических функций и систем (кровообращения, дыхания, обмена веществ и др.);
- информационных, характеризующих обработку поступившей информации и принятие на ее основе решений, т.е. отражающих когнитивные процессы (мышление, память, мотивацию, структуру личности, индивидуальность);
- эфektorных, отвечающих за реализацию принятых решений (количественные и качественные показатели профессиональной деятельности и физиологические параметры);
- активационных, обуславливающих направленность и степень напряженности профессиональной деятельности (уровень внимания, стрессоустойчивости, особенности мотивационной сферы).

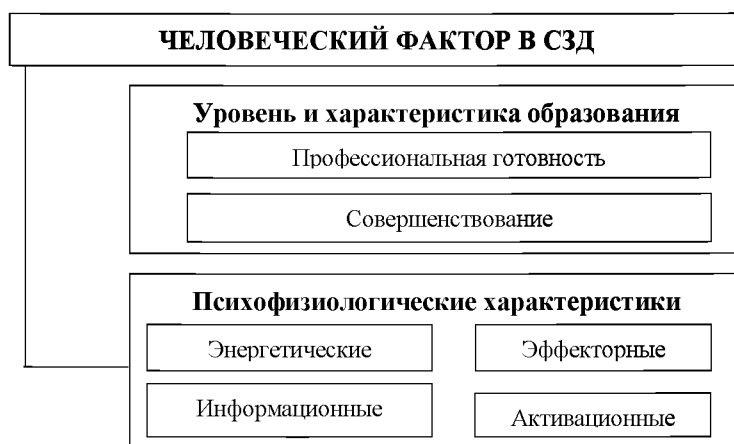


Рис. 1. Компонентный состав человеческого фактора в социально значимой деятельности

Таким образом, задача оценки ЧФ в структуре оценки качества любой СЗД является важным направлением исследований.

3. Общая модель оценки качества СЗД

При формировании более общей структуры оценки качества СЗД, в том числе в сфере ИБ, необходимо учитывать существующую специфику задачи: сложность понятийного аппарата, проблемы системного подхода для обеспечения и улучшения оценки качества профессиональной деятельности в зависимости от конкретных условий, быстроту принимаемых решений, сложность получения исходной информации для принятия решений и время, затрачиваемое на получение информации, сложность используемых алгоритмов получения исходной информации и алгоритмов принятия решений и т.д.

Одним из способов решения задачи оценки качества ИБ как СЗД может являться внедрение автоматизированных систем оценки качества. Для создания и эксплуатации таких систем приведем обобщенный алгоритм оценки качества профессиональной деятельности (рис. 2).

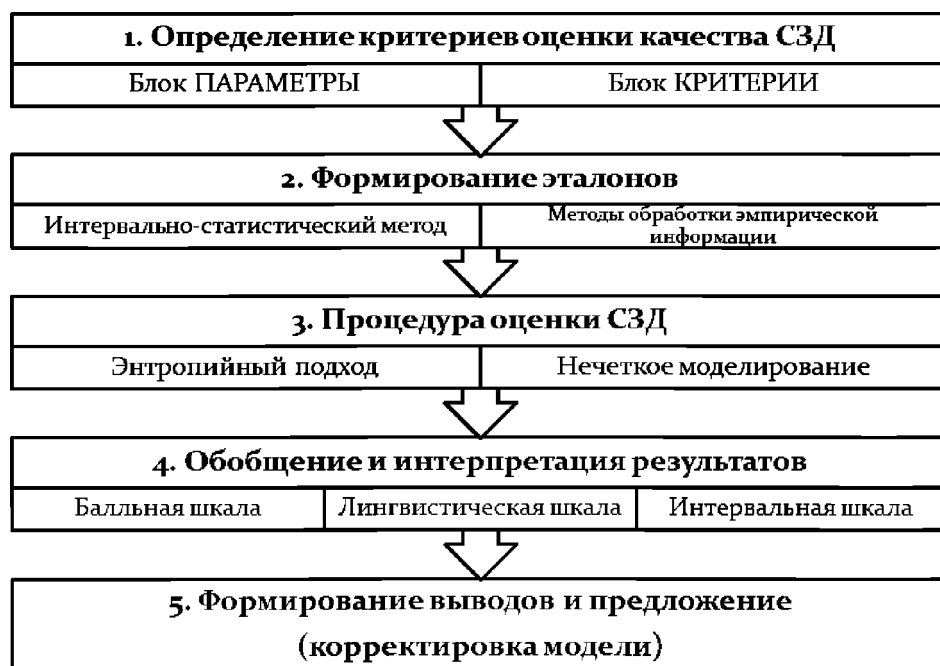


Рис. 2. Обобщенный алгоритм оценки качества социально значимой деятельности

В этих условиях существует необходимость разработки новых процедур обеспечения оценки (контроля) качества ИБ как СЗД, которые способствовали бы решению ключевых проблем обеспечения комплексной безопасности Российской Федерации.

Структурно процесс оценивания качества ИБ как СЗД можно представить в виде блоков (рис. 3).



Рис. 3. Модель комплексной оценки качества социально значимой деятельности

Рассмотрим их содержание последовательно.

3.1. Экспертный опрос. Формирование экспертных групп

Тестовые методы представляют собой проведение испытаний, в ходе которых оценивают некоторые психофизиологические особенности, от которых зависит качество экспертизы.

Методы номинальной классификации применяют для анализа качественных характеристик экспертов. Для этого сначала организуют тестирование кандидатов в эксперты или опрос на предмет интересующих качественных характеристик. Затем на основе полученных ответов проводят анализ, в результате которого кандидатов классифицируют по тестам с максимальной различающей способностью. На основе полученных классов оценивают исковую компетентность экспертов.

Среди методов номинальной классификации [1, 9] следует отметить метод построения классов, основанный на вычислении энтропии класса [10]. Результатом классификации является упорядоченный набор классов, каждый из которых описывают как можно большим числом дедуктивных высказываний, наилучшим образом отражающих характеристики индивидов данного класса.

Например, в социологии широко используют различные методы классификации, поскольку социологическое исследование подразумевает постоянный анализ и сравнение ха-

рактических. С точки зрения классификации, наибольшее значение принимают методы кластерного и дискриминантного анализа.

Термин «кластерный анализ», впервые введенный Робертом Трионом (Robert Tryon) в 1939 году, является обобщенным термином для целого ряда методов, используемых для группировки объектов, событий или индивидов в классы (кластеры) на основе сходства их характерных признаков. Этот подход является достаточно гибким и позволяет обрабатывать большие и сложные структуры данных [9].

Достоинство кластерного анализа заключается в том, что он позволяет производить разбиение объектов не по одному параметру, а по целому набору признаков. Кроме того, кластерный анализ в отличие от большинства математико-статистических методов не накладывает никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов и позволяет рассматривать множество исходных данных практически произвольной природы [3].

В задаче кластеризации отнесение каждого из объектов осуществляется к одному (или нескольким) из заранее неопределенных классов. Разбиение объектов по кластерам осуществляется при одновременном их формировании. Определение кластеров и разбиение по ним объектов выражается в итоговой модели данных, которая является решением задачи кластеризации.

Ниже приведем примеры применения кластерного анализа для решения задач социальной сферы. Так, еще в 1971 г. было опубликовано исследование Л. Гордона по выявлению социально-демографических групп с использованием кластерного анализа [3]. Также значимые результаты по обнаружению реальных компонентов социальной структуры получили Т. И. Заславская, Н. Г. Загоруйко [13] и О. И. Шкаратан [14].

В 1999 г. под руководством О. И. Шкаратан было проведено исследование с целью построения реальных социальных слоев в современном российском обществе. В 2002 г. была опубликована работа по оценке сформированного признакового пространства [14].

Исследование методов классификации получило распространение не только в социологии, но и в экономике [9], при обработке данных при анализе информационных систем [3], в области защиты информации [7] и т.п.

В последние годы появились узкоспециализированные пакеты интеллектуального анализа данных, алгоритмической основой которых является какая-либо одна альтернативная модель классификации [3].

Анализ литературы позволил классифицировать основные методы кластерного анализа по способу обработки данных: иерархические (агломеративные и дивизимные методы) и не-иерархические (итеративные методы); по способу анализа данных: четкие и нечеткие; по количеству применений алгоритмов кластеризации: с одноэтапной и многоэтапной кластеризацией; по возможности расширения объема обрабатываемых данных: масштабируемые, не-масштабируемые; по времени выполнения кластеризации: потоковые on-line и не потоковые off-line. Также встречаются комбинированные методы: например, в [2] синтезированы иерархический и неиерархический методы кластерного анализа.

Алгоритмы кластерного анализа также делят на эталонные и неэталонные по способу построения кластеров. В процедурах эталонного типа на множестве объектов задают несколько исходных зон в качестве начального приближения. Аналогом неэталонных моделей являются иерархические алгоритмы кластерного анализа, процедура разрезания и т.д.

Однако при большом количестве наблюдений иерархические методы кластерного анализа непригодны. В этой ситуации используют неиерархический метод, основанный на делениях, которые представляют собой итеративные методы дробления исходной совокупности. В процессе деления новые кластеры формируются до тех пор, пока не будет выполнено правило остановки. Недостатком методики является наличие ошибок классификации, устранение которых возможно только экспертом или аналитиком.

Согласно исследованию [9] методы кластерного анализа можно разделить на несколько групп: агломеративные (объединяющие) методы – последовательно объединяющие отдельные объекты в кластеры и дивизимные – разделяющие группу на отдельные объекты.

Итеративные методы – методы, в которых кластеры формируются на основе задаваемых условий разбиения (или параметров). Итеративные алгоритмы могут привести к образованию пересекающихся кластеров.

Существует три агломеративных метода. В методе «ближнего соседа» при объединении в кластер двух объектов выбирается минимальное расстояние из двух. В методе «дальнего соседа» – максимальное. В методе «средней связи» расстояние рассчитывается как среднее арифметическое из двух расстояний [9].

Кроме агломеративных существуют иерархические дивизимные методы. Их основная предпосылка заключается в том, что изначально все объекты относятся к одному кластеру, а уже в процессе классификации отделяются от кластера группы схожих объектов. Таким образом, на каждом шаге число кластеров увеличивается, а мера расстояния уменьшается.

В литературе также встречается понятие «бикластерный анализ» с описанием аппроксимационных методов анализа матриц связей между признаками с целью выявления совокупностей признаков для проведения относительных группировок [3].

Из литературы понятно, что на сегодняшний день вопрос о реальной значимости тех или иных критериальных признаков, применяемых для исследований социальных структур, является открытым. Поэтому в этой области можно предлагать новые подходы для выявления важности тех или иных критериев исследования. Более того, всё множество социальных свойств обладает определенной подчиненностью. С этих позиций для выявления основных (базовых) признаков классификации можно использовать энтропийный анализ. При этом энтропия понимается в теоретико-вероятностном смысле как мера неопределенности. Результатом классификации является упорядоченный набор классов, каждый из которых описывают как можно большим числом дедуктивных высказываний, наилучшим образом отражающих характеристики индивидов данного класса.

3.2. Нечеткое моделирование на основе балльной и лингвистической шкал

Рассмотрим стандартную процедуру нечеткого оценивания на примере ИБ.

Определение оценки качества ИБ как СЗД в соответствии с нечеткой моделью с лингвистической шкалой реализуют по результатам опроса экспертов согласно составленным критериям, компоненты которого предварительно ранжируют через определение коэффициентов важности (КВ) P_j ($j = [1, n]$; n – количество критериев).

Для достижения этой цели используют метод количественного парного сравнения на основе преобразованной матрицы $A' = (a'_{vw})$, полученной из матрицы парных сравнений (суждений) $A = (a_{ij})$ (табл. 1).

Элемент преобразованной матрицы определяют как:

$$a'_{vw} = \begin{cases} 100/(a_{ij}+1) * a_{ij}, & \forall i < j: v = i, w = j, \\ 1, & \forall i < j: v = w = i = j, \\ 100/(a_{ij}+1), & \forall i < j: v = j, w = i, \end{cases}$$

где $i = j = [1, n]$, n – количество разделов (вопросов) программы проверки.

Значения КВ для каждого из разделов (вопросов) программы вычисляют по формуле:

$$P_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}, \forall i \neq j.$$

Таблица 1. Шкала для построения матрицы суждений

Оценка значимости	Качественная оценка	Примечание
1	Одинаковая значимость	Альтернативы имеют одинаковый ранг
3	Слабое преимущество	Преимущество одной альтернативы перед другой малоубедительное
5	Сильное преимущество	Есть надежные доказательства существенного преимущества одной альтернативы
7	Очевидное преимущество	Существуют убедительные свидетельства в пользу одной альтернативы
9	Абсолютное преимущество	Свидетельство в пользу преимущества одной альтернативы над другой с наибольшей мерой убедительности
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения	Используют, если необходим компромисс

После определения КВ осуществляют их нормализацию по выражению:

$$PN_i = P_i / (\sum_{i=1}^n P_i),$$

где PN_i – нормализованный КВ.

Согласованность суждения оценивается индексом однородности I_o (индексом согласованности) или отношением однородности O_s (отношением согласованности) в соответствии со следующими формулами:

$$I_o = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1};$$

$$O_s = \frac{I_o}{M(I_o)}.$$

где $M(I_o)$ – среднее значение индекса однородности случайным образом составленной матрицы парных сравнений, которое основано на экспериментальных данных; $\lambda_{\max}$ – максимальное собственное число матрицы парных сравнений; n – число сравниваемых элементов.

В качестве допустимого используют значение $O_s \leq 0,10$. Если для матрицы парных сравнений $O_s > 0,10$, то это свидетельствует о существенном нарушении логики суждений, допущенном экспертом при заполнении матрицы. В этом случае эксперту предлагают пересмотреть данные, использованные для построения матрицы, чтобы улучшить однородность.

Нечеткая модель с лингвистической шкалой (НМЛШ) предполагает, что группа из N экспертов отвечает на n вопросов, соответственно составленных проверяющим по нечеткой шкале. По ответам экспертов формируют нечеткое число (НЧ) $\tilde{Z}_t$ ($t = [1; N]$), которому ставят в соответствие одно из эталонных. Значения НЧ, соответствующие оценке ответов всей группы экспертов на j -й раздел (вопрос) ($j = 1..n$) определяют по формуле:

$$L_{\tilde{j}} = \frac{\sum_{t=1}^N \tilde{Z}_t}{N},$$

где $\sum_{\sim}$ – нечеткое сложение, выполненное по одному из методов реализации операций нечеткой арифметики [8].

Суммарную оценку определяют с учетом ранее вычисленных КВ:

$$L\tilde{S} = \sum_{j=1}^n P N_i \cdot L\tilde{V}_j.$$

Образованное $L\tilde{S}$ сравнивают с эталонными НЧ, для чего используют α -уровневое расстояние (АУР) [8]:

$$d(L\tilde{S}, L\tilde{V}_j) = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m |x_i - y_j|}{k}, \forall \mu_y \geq \alpha,$$

где α – заданное значение α -уровня ($0 \leq \alpha \leq 1$); $L\tilde{V}_j$ – эталонные НЧ; x_i и y_j – носители полученного и эталонного НЧ $L\tilde{S}$ и $L\tilde{V}_j$; m – количество компонентов НЧ $L\tilde{S}$; k – количество компонентов НЧ $L\tilde{V}_j$ с ФП $\mu_y \geq \alpha$.

Критерием соответствия $L\tilde{S}$ одному из эталонных НЧ считают минимальное АУР, которое и определяет оценку качества ИБ как СЗД:

$$d \min = \bigwedge_{j=1}^k d(L\tilde{S}, L\tilde{V}_j).$$

В нечеткой модели с балльной шкалой (НМБШ) задают базовое терм-множество. Эксперт отвечает на вопросы по степени важности по N -балльной шкале. По истечении определенного промежутка времени эксперты (осуществляющие проверку) просматривают вопросы и варьируют диапазон шкалы $[\underline{X}_j, \bar{X}_j]$ в зависимости от вида деятельности в сфере ИБ.

Диапазон $[X_j, \bar{X}_j]$ ($X_j = 0$, $\bar{X}_j = N_j$) изменения параметра X_j^* (где $j = [1, n]$, N_j – максимально возможное количество баллов по каждому вопросу, n – количество вопросов) отображают на универсальное множество эталонных НЧ $X_{\kappa\theta} = [0, L-1]$ (L – количество эталонов), для чего фиксированное значение $X_j^* \in [\underline{X}_j, \bar{X}_j]$ пересчитывают в соответствующий элемент $X^* \in [0, L-1]$ по формуле:

$$X^* = (L-1) \frac{X_j^* - \underline{X}_j}{\bar{X}_j - \underline{X}_j}.$$

На завершающей стадии определяют показатель качества педагогической деятельности по следующему логическому выражению:

$$\mu_S(X_j^*) = \bigvee_{i=1}^L \bigwedge_{j=1}^n \mu_i^j,$$

где $i = [1, L]$ – номер терма из базового терм-множества T ; $j = [1, n]$ – номер компонента экспертного запроса.

4. Заключение

Таким образом, использование предложенного подхода позволяет осуществлять оценку качества ИБ как СЗД, проводить анализ результатов оценки, формулировать рекомендации относительно тех или иных способов действий при принятии решений в области обеспечения комплексной безопасности Российской Федерации.

В контексте оценки СЗД акцент смещается на выбор параметров функции принадлежности (ФП), построенной по результатам экспертного опроса с привлечением интервально-статистического подхода.

Целью применения ФП является формализация и интеграция нечетких исходных данных, сформированных в процессе оценивания качества СЗД. Выбор метода построения ФП зависит от вида решаемой задачи, сложности получения проверяемой информации для ее решения, достоверности этой информации, а также от трудоемкости алгоритма обработки информации при построении ФП.

Полученная оценка качества ИБ как СЗД может быть представлена как в лингвистической, так и в балльной форме. В настоящее время нами разрабатываются интервально-статистические направления деффазификации получаемой качественной оценки СЗД, представляющие собой более гибкий инструмент для оценивания нечетких переменных.

Литература

1. Аганбегян А. Математика в социологии. Моделирование и обработка информации. М.: Мир, 1977. 213 с.
2. Барышникова Н. А. Методика кластеризации на основе иерархических и неиерархических методов кластерного анализа // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2012. № 1. С. 2–18.
3. Григорьев А. А. Кластерный анализ как инструмент обработки данных при анализе информационных систем // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2012. Т. 85, № 3.
4. Джалалов А. Человеческий фактор: философия, идеология, политика. Т.: Узбекистон, 1991. 154 с.
5. Ермаков К. С., Руссакова Е. Р. Человеческий фактор в авиации: учебное пособие. М.: МГТУ ГА, 2014. 362 с.
6. Ермоленко Н. Ю. Формы и инструменты развития человеческого фактора сферы образовательных услуг. Краснодар: Изд-во ЮИМ, 2014. 162 с.
7. Карпеев Д. О., Остапенко О. А. Применение кластерного анализа в мониторинге рисков систем // Информация и безопасность. 2008. № 3. С. 395–400.
8. Корченко А. Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения. К.: МК-Пресс, 2006. 320 с.
9. Макарова А. А. Использование средств многомерной классификации в банковской сфере // Вестник СамГУ. 2014. № 18 (119). С. 264–268.
10. Мёллер Ф. Роль энтропии в номинальной классификации. Математика социологии. Моделирование и обработка информации / под ред. А. Аганбегяна, Х. Блейлока, Ф. Бородкина, Р. Будона, В. Капекки. М.: Мир, 1977. 385 с.
11. Николаев А. В. Новые методологические подходы к исследованию человеческого фактора в информационном обществе. М.: МИЭМ, 2007. 52 с.
12. Орлов А. И. Экспертные оценки: учебное пособие. М. 2002. 31 с.
13. Распознавание образов в социальных исследованиях / под ред. Н. Г. Загоруйко, Т. И. Заславской. Новосибирск: Наука, 1968.
14. Шкаратан О. И., Радеев В. В. Социальная структура. М.: Аспект Пресс, 1996.
15. Юзуфович Г. К., Цветков С. А. Направления и противоречия активизации человеческого фактора // Человеческий фактор и экономический прогресс: сб. науч. тр. Л.: ЛИЭИ, 1989. 160 с.

Крохалева Анастасия Борисовна

к.т.н., доцент кафедры безопасности и управления в телекоммуникациях СибГУТИ
(630102, Новосибирск, ул. Кирова, 86), тел. (383) 2-698-245, e-mail: vip.abkr@gmail.com.

Белов Виктор Матвеевич

д.т.н., профессор, профессор кафедры безопасности и управления в телекоммуникациях СибГУТИ, тел. (383) 2-698-245, e-mail: vmbelov@mail.ru.

**General model of assessing the quality of socially significant operations:
"Information Security" direction**

A. B. Krohaleva, V. M. Belov

The article proposes a general model for assessing the quality of socially significant activities (SSA), using the example of Information Security (IS). The role of IS in the structure of SSA is indicated. Assessment of the quality of information security as SSA is defined as the results taking into account the human factor (HF). The definition of HF is proposed in the context of SSA. To describe the component composition of the integral indicator, HF classification on various grounds is defined: the form of implementation, the nature of interaction within the system, the content of knowledge, the subject of HF. The main approaches to the assessment of HF are analyzed. A general model of SSA estimation is proposed, involving expert evaluation and subsequent data analysis using linguistic, point and interval scales. As expert evaluation of block methods, the classification methods of cluster and discriminant analysis are presented. From the context of SSA, the methods of nominal classification are indicated, in particular, the method of constructing classes based on entropy class calculation.

Keywords: socially significant activity, human factor, information security, quality assessment.