

УДК 51–77

В. И. Левин

Пензенский государственный технологический университет
440039, Пенза, пр. Байдукова, 1-а

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ КОРРУПЦИИ

V. I. Levin

Penza State Technological University
440039, Penza, Baidukova pr.

QUANTITATIVE METHODS FOR DETECTING AND MEASURING CORRUPTION

В. И. Левин

Пензенський державний технологічний університет
440039, Пенза, пр. Байдукова, 1-а

КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ І ВИМІРЮВАННЯ КОРУПЦІЇ

Сформулирована проблема математического моделирования, измерения и обнаружения коррупции. Построена модель коррумпированной системы. Предложены методы измерения и обнаружения коррупции. Приведены реальные примеры решения задач.

Ключевые слова: коррупция, математическое моделирование, обнаружение, локализация, измерение, организационное управление, экспертиза.

The problem of mathematical modeling, measurement and detection of corruption is formulated. The model of corrupted system is constructed. Methods of measurement and detection of corruption are offered and real practical examples of problem solving are indicated.

Keywords: corruption, mathematical modeling, detection, localization, measuring, organizational control, expertise.

У статті сформульована проблема математичного моделювання, вимірювання та виявлення корупції. Побудована модель корумпованої системи. Запропоновано методи вимірювання та виявлення корупції. Наведено реальні приклади розв'язання задач.

Ключові слова: корупція, математичне моделювання, виявлення, локалізація, вимір, організаційне управління, експертиза.

Введение

Проблема коррупции является одной из наиболее старых и не решенных пока проблем большинства развитых стран. Для России она тоже не новость. Достаточно вспомнить многочисленные русские пословицы на данную тему, хотя бы такую: «Не подмажешь – не поедешь!». Но именно в наше время эта проблема приобрела особенно большой размах и остроту. По мнению многих специалистов, она является одной из главных проблем, которые должны быть решены государством. Но на наш взгляд, это не только главенствующая, но и первоочередная проблема современной России, с решения которой нужно начинать. Без этого любые реформы и проекты правительства обречены на неудачу, поскольку требующиеся на них вложения новых сил и средств на деле приводят лишь к дальнейшему расширению «коррупционного поля». Положение очень серьезно, так как нарастающая волна коррупции в стране может привести, в конце концов, к огромной нестабильности, а затем к разрушению российского государства.

Для изучения явления коррупции применяются разнообразные методы. Это позволяет решать различные практические задачи, связанные с этим явлением. Важнейшими из этих задач являются обнаружение коррупции, измерение её уровня, а также её локализация. Именно этим задачам посвящена данная статья. **Актуальность проведенной работы** для информатики и управления организационными системами связана с тем, что коррупционные процессы в системах приобрели большой размах и стали угрозой обществу. **Объектом исследования** являются коррупционные процессы в организационных системах, состоящих из экспертов, принимающих коллективные решения о состоянии одного или нескольких объектов. **Предметом исследования** являются математические методы, позволяющие обнаружить коррупцию в организационных системах данного типа, измерить ее уровень, локализовать её местонахождение. **Целью работы** являются автоматизация и упрощение процессов борьбы с коррупцией в организационных системах.

1 Постановка задачи

Дадим теперь формализованную постановку двух основных задач науки корру- метрии. Задача 1: разработка математической модели и метода, позволяющих по имеющейся информации о работе организационной системы обнаружить факт наличия коррупции в ней, точнее, установить, имеется ли коррупция в работе системы или нет. Задача 2: разработка математической модели и метода, позволяющих по имеющейся информации о функционировании организационной системы измерить (вычислить) уровень коррупции в ней, точнее, указать точку на некоторой введенной шкале уровней, которая измеряет степень коррупции в работе указанной системы. Задачу 1 будем называть задачей обнаружения (идентификации) коррупции, задачу 2 – задачей измерения (анализа) коррупции.

Далее в статье рассматриваются организационные системы, состоящие из определенного числа экспертов. Каждый участник организационной системы функционирует на основе количественных и/или качественных оценок, которые он дает объектам своей деятельности. Так, врач оценивает состояние здоровья пациента и на этой основе назначает лечение, преподаватель оценивает знания учащегося и на базе этого корректирует программу его подготовки, член конкурсной комиссии оценивает

уровень поданного на конкурс проекта и, исходя из этого, голосует за/против поддержки проекта и т.д. Все эти люди могут быть названы экспертами, поскольку даваемые ими оценки различных объектов являются экспертными, т.е. зависящими от уровня квалификации, честности, добросовестности, независимости служебного поведения и других качеств конкретного эксперта. Однако должно быть ясно, что разные эксперты, но обладающие в высшей степени всеми указанными качествами, будут давать одному и тому же объекту одинаковые оценки (мы здесь не рассматриваем случаи, когда однозначная оценка принципиально невозможна, например, оценка произведений искусства). Эту идеальную ситуацию мы примем за «точку отсчета». В реальности эксперты могут быть малоквалифицированными, недостаточно честными и добросовестными, зависимыми в своем служебном поведении от других лиц. При этом разные эксперты дают различные оценки одному и тому же объекту, что обусловлено их неквалифицированностью или (гораздо чаще) сугубо личными корыстными интересами, в которых и проявляются их нечестность, недобросовестность и т.д. Последнее и есть проявление коррупции в работе организационной системы. Например, врач сознательно искажает состояние здоровья пациента, побуждая его покупать дорогие лекарства у фирмы, с которой состоит в сговоре; преподаватель сознательно занижает оценку знаний учащегося, заставляя его заключать договор на дополнительные платные образовательные услуги, которые сам и оказывает; член конкурсной комиссии сознательно занижает оценку поданных на конкурс «чужих» проектов и завышает оценку «своих» проектов – разумеется, за соответствующую плату – и т.д. Очевидно, что чем в большей степени эксперты обладают указанными отрицательными качествами, ведущими к коррупции, тем больше расстояние между результатами экспертизы у различных экспертов, а также расстояние между коллективной экспертной оценкой, даваемой одному и тому же объекту реальными, коррумпированными экспертами и идеальными экспертами.

Из сказанного выше вытекает следующая формализованная постановка задач обнаружения и измерения коррупции. Пусть имеется некоторая организационная система с конечным числом экспертов. Система считается реальной в том смысле, что, по крайней мере, часть ее экспертов являются работниками не самого высокого уровня в отношении их квалификации, честности, добросовестности и независимости. Однако полагается невозможным сговор всех экспертов в отношении выставяемых оценок. Гипотетическую систему, в которую превратилась бы наша реальная организационная система, если бы в один чудесный день все ее эксперты стали в высшей степени квалифицированными, честными, добросовестными и независимыми, назовем идеальной. Тогда задача измерения коррупции может быть сформулирована следующим образом: 1) найти объективный количественный показатель уровня коррупции в реальной системе в виде подходящего показателя расстояния между результатами экспертизы у различных экспертов реальной системы; 2) построить математическую модель, позволяющую эффективно вычислять уровень коррупции в реальной системе. Аналогично, задача обнаружения коррупции может быть сформулирована следующим образом: 1) найти объективный критерий существования коррупции в реальной системе в виде подходящего критического значения показателя уровня коррупции, превышение которого и сигнализирует о существовании коррупции в системе; 2) построить математическую модель, позволяющую вести эффективные вычисления, необходимые для обнаружения коррупции в системе.

2 Обзор литературы

Имеется множество различных определений коррупции. Согласно [1], коррупция – это подкуп взятками, продажность должностных лиц и политических деятелей в буржуазных странах, а согласно [2] это подкуп, продажность общественных и политических деятелей, должностных лиц в капиталистическом обществе. Эти определения близки между собой, они грешат произвольными ограничениями области явления (на самом деле, коррупция существует в капиталистическом, социалистическом и любом другом обществе), его действующих лиц (взятки берут не только должностные лица, политические и общественные деятели, но и рядовые граждане), характера их действий (действие, аналогичное совершенному за взятку, лицо может совершить по собственной воле). Более удовлетворительное определение дано в [3]: коррупция – это просто подкуп, продажность, взяточничество. Однако и здесь налицо третье из перечисленных ограничений. Наиболее ёмкое и точное из существующих определений дано, на наш взгляд, в [4]. Согласно ему, коррупция – это аморальные, развращенные, нечестные действия любых лиц, выражающиеся, в первую очередь, в предложении и получении взяток. Несколько иначе понимают коррупцию в нормативных документах различных государств и международных организаций [5]. Так, в документах ООН по борьбе с коррупцией последняя трактуется как злоупотребление государственной властью для получения личной выгоды, а в документах группы по коррупции Совета Европы – как любое поведение лиц (в т.ч. взяточничество), которым поручено выполнение определенных обязанностей в государственном или частном секторе, ведущее к нарушению этих обязанностей. В Российской Федерации коррупцией считается преступная деятельность в политике или государственном управлении в форме использования должностными лицами своих властных полномочий с целью личного обогащения.

Подробная статистика об уровне коррупции в мире приводится в [6], [7]. Согласно этим источникам, по показателю ИВК (индекс восприятия коррупции, минимальной коррупции соответствует ИВК=100, максимальной коррупции ИВК=0). Наиболее благополучными странами в отношении коррупции являются: 1) Дания (ИВК=91), 2) Финляндия, 3) Швеция; Россия занимает 119 место (ИВК=29). Для сравнения: США находятся на 18 месте (ИВК=74), Китай – на 100 месте (ИВК=36). Замыкают эту последовательность КНДР и Сомали (ИВК=8). Всего обследовано 176 стран. В работах [8], [9] рассмотрены факторы, способствующие распространению коррупции, а также последствия коррупции для рынков и государственного сектора. Утверждается, что коррупция сохраняется или уменьшается, в основном, благодаря сокращению деятельности госсектора. Эта деятельность, напротив, стимулирует рост коррупции. В работе [10] изучена история экономических реформ в США в свете влияния коррупции. В статье [11] установлено, что в странах со слабой развитой коррупцией последняя может являться полезной заменой принципа верховенства закона. Однако в целом, как следует из [12], [13], коррупция вредно влияет на рост экономики страны, в первую очередь – на рост объема ВВП на душу населения. Более того, в исследованиях [14], [15] утверждается, что между уровнем коррупции и уровнем экономической активности существует обратная зависимость. Зависимость между коррупцией и экономической активностью исследуется также в статье [16]. Здесь обосновывается положение, по которому коррупция принципиально не может улучшить положение дел в экономике.

Детальные сведения о современной коррупции (ее виды, размах, национальные особенности, связанные с ней опасности, научный подход к ее количественному изучению в рамках новой специальной науки корруметрии и др.) приведены в [17].

3 Решение задачи измерения коррупции

Пусть m экспертов, образующих организационную систему, проводят совместную экспертизу одного объекта, оценивая n его показателей. Любой j -й показатель может принимать r_j возможных значений, вместе составляющих множество

$$A_j = \{a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jr_j}\}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (3.1)$$

Каждый i -й эксперт, $i = \overline{1, m}$, оценивает каждый j -й показатель объекта, $j = \overline{1, n}$, выбирая при этом одно из r_j возможных значений этого показателя a_{j1}, \dots, a_{jr_j} , указанных в (3.1). В результате проведения экспертизы имеем матрицу экспертных оценок

$$B = \left\| \begin{array}{ccc} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ b_{m1} & \dots & b_{mn} \end{array} \right\|, \quad (3.2)$$

где $b_{ij}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$ – экспертная оценка, данная i -м экспертом j -му показателю объекта. В матрице B , согласно сказанному, элементы j -го столбца выбираются экспертами из множества A_j , определяемого выражением (3.1), $j = \overline{1, n}$. Предположим, что все эксперты являются в наивысшей степени квалифицированными, честными, добросовестными и независимыми. В этом идеальном случае, как уже говорилось, экспертные оценки, даваемые различными экспертами одному и тому же j -му показателю объекта, равны. Поэтому и наборы оценок показателей объекта, принадлежащие различным экспертам, совпадают. В терминах матрицы экспертных оценок (3.2) сказанное означает, что в идеальной системе каждый столбец этой матрицы состоит из равных элементов, а все строки совпадают. Реальная организационная система в силу реальных свойств ее экспертов (см. выше) имеет матрицу экспертных оценок B с существенно другими отношениями элементов b_{ij} , чем идеальная система, а именно, с различными значениями элементов в одном столбце и с несовпадающими строками. Это подсказывает такой путь нахождения объективного показателя уровня коррупции в реальной системе в виде подходящего показателя расстояния между результатами экспертизы у различных экспертов реальной системы. Во-первых, расстояние между полными результатами экспертизы у различных экспертов складывается из расстояний между частными результатами их экспертизы в отношении каждого из n показателей объекта. Во-вторых, расстояние между частными результатами экспертизы в отношении любого j -го показателя объекта складывается из расстояний между этими частными результатами для каждой пары различных экспертов. В-третьих, расстояние между частными результатами оценки определенного j -го параметра двумя различными экспертами можно оценивать абсолютной величиной разности двух соответствующих оценок.

Таким образом, получаем выражение показателя абсолютного уровня коррупции

$$K = \sum_{j=1}^n \sum_{i < q} |b_{ij} - b_{qj}|. \quad (3.3)$$

Здесь $|M|$ – абсолютная величина числа M . Как следует из формулы (3.3), для идеальных систем в силу равенства всех элементов любого столбца матрицы B таких систем $b_{ij} = b_{qj}$ для всех i, q , откуда $K = 0$, т.е. абсолютный уровень коррупции таких систем равен нулю. Однако для реальных систем указанное условие для матрицы не выполняется, поэтому найдется тройка чисел i, q, j , для которой $b_{ij} \neq b_{qj}$, откуда сразу следует $K > 0$, т.е. абсолютный уровень коррупции таких систем положительный.

На практике удобнее пользоваться показателем относительного уровня коррупции, определяемым в виде

$$k = K / K_{\max}. \quad (3.4)$$

где K_{\max} – максимальное значение абсолютного показателя K . С учетом значений K у идеальных и реальных систем, из (3.4) получаем

$$0 < k \leq 1, \quad (3.5)$$

причем нижняя граница интервала соответствует полному отсутствию коррупции (идеальная система), а верхняя – присутствию коррупции в максимально возможном объеме (неадекватная система).

Найдем выражение для K_{\max} . Из выражения (3.3) для K видно, что K достигает своего максимального значения K_{\max} тогда, когда наибольшее возможное число слагаемых в выражении (3.3) принимает максимально возможное значение благодаря тому, что элемент b_{ij} выбран равным верхней, а b_{qj} – нижней границе (или наоборот) диапазона допустимых значений элементов j -го столбца матрицы B , задаваемого множеством (3.1). Эти границы, таким образом, равны

$$a_{j \max} = \max_j \{a_{j1}, \dots, a_{jr_j}\}, \quad a_{j \min} = \min_j \{a_{j1}, \dots, a_{jr_j}\}. \quad (3.6)$$

Комбинация элементов b_{ij} и b_{qj} в формуле (3.3), нужная нам, достигается только в том случае, когда элементы любого j -го столбца матрицы $B = \|b_{ij}\|$ принимают только два возможных значения: $a_{j \max}$ и $a_{j \min}$, причем количества элементов с этими значениями равны. При этом наиболее обозримое выражение для K_{\max} можно отыскать, когда указанные значения следуют друг за другом в одном из двух возможных порядков

$$b_{1j} = a_{j \max}, b_{2j} = a_{j \min}, b_{3j} = a_{j \max}, \dots \quad \text{или} \quad b_{1j} = a_{j \min}, b_{2j} = a_{j \max}, b_{3j} = a_{j \min}, \dots \quad (3.7)$$

То есть при движении вдоль любого j -го столбца матрицы B ее элементы b_{ij} должны чередовать свои значения, принимая попеременно максимальное и мини-

Подставляя значения K из (3.3) и K_{\max} из (3.9) в соотношение (3.4), получим явное выражение показателя относительного уровня коррупции k

$$k = \sum_{j=1}^n \sum_{i < q} |b_{ij} - b_{qj}| / N(m) \sum_{j=1}^n (a_{j\max} - a_{j\min}) \quad (3.13)$$

На практике часто встречаются организационные системы, состоящие из ограниченного (до 5 – 7) числа m экспертов. Явные выражения показателя k относительного уровня коррупции для нескольких таких систем, следующие из выражения (3.12) таковы:

$$\begin{aligned} k &= \sum_{j=1}^n |b_{1j} - b_{2j}| / \sum_{j=1}^n (a_{j\max} - a_{j\min}), & m = 2; \\ k &= \sum_{j=1}^n (|b_{1j} - b_{2j}| + |b_{1j} - b_{3j}| + |b_{2j} - b_{3j}|) / 2 \sum_{j=1}^n (a_{j\max} - a_{j\min}), & m = 3; \\ k &= \sum_{j=1}^n (|b_{1j} - b_{2j}| + |b_{1j} - b_{3j}| + |b_{1j} - b_{4j}| + |b_{2j} - b_{3j}| + \\ & \quad + |b_{2j} - b_{4j}| + |b_{3j} - b_{4j}|) / 4 \sum_{j=1}^n (a_{j\max} - a_{j\min}), & m = 4; \\ k &= \sum_{j=1}^n (|b_{1j} - b_{2j}| + |b_{1j} - b_{3j}| + |b_{1j} - b_{4j}| + |b_{1j} - b_{5j}| + |b_{2j} - b_{3j}| + |b_{2j} - b_{4j}| + \\ & \quad + |b_{2j} - b_{5j}| + |b_{3j} - b_{4j}| + |b_{3j} - b_{5j}| + |b_{4j} - b_{5j}|) / 6 \sum_{j=1}^n (a_{j\max} - a_{j\min}), & m = 5. \end{aligned} \quad (3.14)$$

Изложенный подход к измерению коррупции организационной системы пригоден только для систем с $m \geq 2$ экспертами.

4 Решение задачи обнаружения коррупции

Снова рассмотрим организационную систему с m экспертами, изученную нами выше в п. 3. Как было показано в п. 3, относительный уровень коррупции в деятельности такой системы k можно достаточно объективно измерить (оценить) с помощью выражения (3.13) (для конкретных систем с конкретным числом m – с помощью производных от (3.13) формул (3.14)). При этом показателю относительного уровня коррупции $k = 0$ соответствует полностью бескоррупционная (идеальная) система, а $k = 1$ – полностью коррумпированная система. Все возможные значения показателя k находятся в интервале от 0 до 1 (формула (3.5)), причем возрастание k в этом интервале означает монотонное увеличение уровня коррупции в системе от минимально возможного до максимально возможного, убывание k – монотонное уменьшение от максимально возможного до минимально возможного. Такое взаимно однозначное соответствие между предполагаемым уровнем коррупции в системе и математически сконструированным показателем этого уровня k позволяет раз решить задачу обнаружения коррупции в системе формализовано. Для решения нужно:

1. Взять некоторое достаточно малое значение относительного уровня коррупции k , превышение которого можно обоснованно трактовать как объективное свидетельство наличия в системе коррупции. Это значение (обозначим его k_0) естественно называть порогом коррумпированности системы. Необходимость введения

порога коррумпированности системы k_0 связана с тем, что слишком малые значения показателя k ($k < k_0$) могут быть вызваны не свойствами, связанными с коррумпированностью экспертов (нечестность, недобросовестность, зависимость и т.д.), а совсем иными свойствами (например, недостаточной квалификацией), играющими при обнаружении коррупции роль «шума», подмешанного к «полезному сигналу». Величина порога коррумпированности k_0 , таким образом, есть возможная погрешность вычисления по формуле (3.13) показателя коррупции k из-за влияния на математическую модель указанных иных (некоррупционных) свойств экспертов. Поэтому говорить уверенно о наличии в системе коррупции при $k < k_0$ нельзя – это возможно лишь при $k > k_0$.

2. Найти значение показателя относительного уровня коррупции в системе k , опираясь на информацию о работе данной системы, содержащуюся в матрице экспертных оценок B вида (3.2) и множествах возможных значений показателей подвергаемого экспертизе объекта, задаваемых в виде (3.1). Для вычисления используем общую формулу (3.13) или ее конкретизированные варианты (3.14), относящиеся к системам с конкретизированными количествами экспертов m .

3. Сравнить вычисленное значение показателя относительного уровня коррупции в системе k с выбранным значением порога коррумпированности системы k_0 . Здесь возможно три случая: а) $k > k_0$, при этом делается заключение о наличии в системе коррупции (коррумпированность системы); б) $k = 0$ (k практически равен 0, при этом делается заключение о полном (практически полном) отсутствии в системе коррупции (полная или практически полная бескоррумпированность системы); в) $0 < k \leq k_0$, при этом делается заключение о недостаточности имеющейся информации для заключений о наличии либо об отсутствии коррупции в системе.

Изложенный метод позволяет обнаружить коррупцию в работе организационной системы в целом, но не в работе отдельных частей этой системы и тем более не в работе отдельных элементов этой системы – экспертов. Последнее представляет собой особую задачу корруметрии – задачу локализации коррупции. Необходимость рассмотрения и решения, наряду с задачей обнаружения, также задачи локализации коррупции связана с тем, что после обнаружения коррупции в системе возникает вопрос ответственности за коррупционные действия, а ответственность за любые действия по закону является не коллективной, а индивидуальной.

Рассмотренный подход к обнаружению коррупции в организационной системе пригоден только для систем с $m \geq 2$ экспертами.

5 Решение задачи локализации коррупции

Наряду с задачами 1 (обнаружение коррупции) и 2 (измерение коррупции), введенными выше в п. 1, рассмотрим теперь задачу 3: разработка математической модели и метода, позволяющих по имеющейся информации о работе системы с m экспертами обнаружить факт наличия коррупции в любой подсистеме с произвольным числом экспертов s , где $s \leq m$. Эту задачу назовем задачей локализации коррупции. Формализованная постановка задачи локализации коррупции в системе выглядит так. Имеется некоторая организационная система с конечным числом экспертов m , которая полагается реальной (в отличие от гипотетической системы, которая является

идеализацией заданной (п. 1)). Далее задается некоторая произвольная подсистема имеющейся системы с s ($s \leq m$) экспертами. Тогда задача локализации коррупции может быть сформулирована таким образом: 1) найти объективный критерий существования коррупции в заданной подсистеме имеющейся реальной системы в виде подходящего критического значения показателя уровня коррупции, превышение которого свидетельствует о существовании коррупции в этой подсистеме; 2) построить математическую модель, позволяющую вести эффективные вычисления, необходимые для обнаружения коррупции в подсистеме.

Как следует из приведенной постановки, задача локализации коррупции принципиально не отличается от задачи ее обнаружения. Разница состоит только в размерности решаемой задачи: во 2-м случае эта размерность равна $m \times n$ (m – число экспертов в рассматриваемой организационной системе, n – число показателей объекта, которые оценивают эксперты), в 1-м случае размерность составляет $s \times n$, $s \leq m$ (s – число экспертов в рассматриваемой подсистеме заданной организационной системы с m экспертами, при этом n – то же, что и во 2-м случае). Содержание же решаемой задачи в обоих случаях фактически одно и то же: обнаружение коррупции в рассматриваемой системе. Так что можно сказать, что локализация коррупции – это обнаружение коррупции в некоторой заданной подсистеме исходной системы, имеющей, вообще говоря, меньшее число экспертов, но то же число показателей объекта, которые оценивают эксперты. Отсюда следует, что для решения задачи локализации коррупции могут быть использованы те же методы, что и для решения задачи обнаружения коррупции (см. п. 4), при условии, что подсистема исходной системы, для которой решается задача локализации, уже задана. Таким образом, вопрос сводится к тому, как задавать подсистемы исходной системы, для которых следует решать задачу локализации коррупции. Другими словами, как разбивать исходную систему на подсистемы, чтобы в результате решения задач локализации для каждой из подсистем 1) коррупция оказалась локализованной на множестве с заданным достаточно малым числом экспертов, 2) нужное для этого число решаемых задач локализации было минимальным.

Итак, для разбиения организационной системы на подсистемы, удовлетворяющего поставленным требованиям, нужно, чтобы на каждом шаге разбиения получалось наибольшее количество информации (снималась наибольшая неопределенность) относительно распределения коррупции в системе. При этом потребное число шагов минимизируется, обеспечивая выполнение требования 2. Выполнение требования 1 обеспечивается тем, что на каждом шаге разбиения в результате уменьшения неопределенности сужается множество экспертов, на котором локализована имеющаяся в системе коррупция, так что при нужном числе шагов объем этого множества можно довести до нужного малого количества экспертов. Выбор нужного разбиения на каждом шаге производится с учетом начальной и получаемой далее информации о распределении коррупции.

Алгоритм решения задачи локализации коррупции в системе заключается в следующем (предполагается, что предварительно была решена задача обнаружения коррупции в системе, которая подтвердила существование коррупции в этой системе).

1. С учетом имеющейся начальной информации о распределении коррупции в системе производится разбиение системы с m экспертами на несколько подсистем так, чтобы в каждой подсистеме оказалось не менее 2 и не более $m - 2$ экспертов.

2. Для каждой образовавшейся подсистемы с помощью алгоритма п. 4 в свою очередь решается задача обнаружения коррупции. В результате множество M подсистем распадается в общем случае на 3 непересекающихся подмножества M_1, M_2, M_3 , где M_1 включает все коррумпированные подсистемы, M_2 – все некоррумпированные (или практически некоррумпированные) подсистемы, M_3 – все подсистемы, в отношении которых при имеющейся информации нельзя сделать окончательное заключение о наличии или отсутствии коррупции.

3. Исключаем из рассмотрения множества подсистем M_2 и M_3 , оставляя лишь множество M_1 . Далее мы работаем по отдельности с подсистемами A_1, A_2, \dots , входящими в множество M_1 .

4. Осуществляем возврат к шагу 1, выполняемому теперь отдельно для каждой подсистемы A_1, A_2, \dots множества M_1 .

Выполнение алгоритма заканчивается, когда очередное множество M_1 будет включать подсистемы A_1, A_2, \dots с достаточно малым числом экспертов, отвечающим условиям задачи, так что останется лишь решить задачу обнаружения коррупции для каждой из указанных подсистем.

Трудоемкость приведенного алгоритма в наибольшей степени зависит от удачного разбиения организационной системы на подсистемы в процессе выполнения последовательных шагов этого алгоритма. Приведем правила разбиения для возможных типичных случаев.

Случай 1. Имеется предварительная информация о том, что в изучаемой системе в точности 1 эксперт (неизвестно, кто) является коррупционером. В этом случае на 1-м шаге разобьем систему на две подсистемы, по возможности с одинаковым числом экспертов. На 2-м шаге (если предварительная информация о системе верна) выделяем некоторое множество экспертов (подсистему) M_1 , содержащее искомого эксперта-коррупционера, и множества экспертов (подсистемы) M_2, M_3 , в которых коррупционеров нет. На 3-м шаге исключаем из дальнейшего рассмотрения подсистемы M_2, M_3 , оставляя лишь подсистему M_1 . Далее возврат к шагу 1, который теперь выполняется уже не со всей системой, а с ее «половиной» – подсистемой M_1 и т.д. На каждом из таких 3-шаговых циклов неопределенность (количество экспертов в подсистеме, заведомо содержащей коррупционера) уменьшается вдвое, что обеспечивает локализацию эксперта-коррупционера в пределах подсистемы из 2 экспертов за $\log_2 m - 1$ таких циклов, т.е. за $3(\log_2 m - 1)$ шагов алгоритма, где m – число экспертов в системе. Это – самая экономная реализация алгоритма локализации коррупции в рассматриваемом случае, достигнутая благодаря оптимизации разбиения системы на шагах алгоритма. (Если предварительная информация о системе была неверна, то сокращение неопределенности вдвое за один цикл не происходит и требуемое число шагов алгоритма увеличивается.)

Случай 2. Есть предварительная информация о том, что в рассматриваемой системе все m экспертов – коррупционеры. В этом случае на 1-м шаге алгоритма разобьем систему на $m/2$ подсистем с (по возможности) только 2 экспертами в каждой. На 2-м шаге, если предварительная информация о системе верна, получаем множество M_1 подсистем с 2 экспертами, содержащих каждая коррупционеров, и

пустые множества M_2 и M_3 подсистем, не содержащих коррупционеров. Потребности в 3-м шаге нет, ввиду отсутствия множеств M_2 и M_3 . Локализация m коррупционеров в пределах $m/2$ подсистем из двух экспертов выполнена. Число необходимых для этого шагов оказалось равным 2, но на 2-м шаге потребовалось $m/2$ операций обнаружения коррупции в $m/2$ подсистемах, таким образом, общее необходимое число шагов: $1 + m/2$. Это число – минимальное, достигнутое благодаря оптимальному разбиению системы на первом шаге алгоритма. Если предварительная информация была неверна, т.е. реально только часть экспертов коррумпированы, то в этом случае можно было предложить лучшее разбиение системы, ведущее к уменьшению общего необходимого числа операционных шагов алгоритма.

Случай 3. Есть предварительная информация, что в рассматриваемой системе точно 2 эксперта (неизвестно кто) коррумпированы. В этом случае на 1-м шаге алгоритма разбиваем систему на 2 подсистемы с возможно более равным числом экспертов – как и в случае 1. На втором шаге в худшем случае, с точки зрения получающейся неопределенности (если предварительная информация о системе истинна), будем иметь множество M_1 из 2 указанных подсистем, каждая из которых коррумпирована (в нашем случае – содержит по 1 коррумпированному эксперту) и два пустых множества M_2, M_3 подсистем, не содержащих коррупционеров. Третий шаг алгоритма отсутствует, ввиду отсутствия множеств M_2, M_3 . Дальше – возврат к шагу 1, который теперь выполняется уже не со всей системой, а с каждой из двух полученных на 2-м шаге подсистем. Причем, так как обе подсистемы содержат ровно по одному коррумпированному эксперту, работаем в соответствии с процедурой, описанной в случае 1. Трудоемкость локализации коррупции в каждой подсистеме будет $3(\log_2 \frac{m}{2} - 1) = 3(\log_2 m - 2)$ шагов алгоритма, так что общая трудоемкость, с учетом затрат на 2 шаге, равна $2 + 2 \cdot 3(\log_2 m - 2) = 6\log_2 m - 10$.

В общем случае правила разбиения системы конструируются аналогично правилам, представленным выше для 3 типичных случаев. При этом каждый новый изучаемый случай по возможности сводится к уже рассмотренному, подобно тому, как 3-й случай был сведен к 1-му случаю. При этом надо иметь в виду, что выигрыш от минимальной трудоемкости алгоритма локализации коррупции, полученный благодаря оптимальному разбиению системы, является существенным только в экспертных системах с достаточно большим числом членов m ($m \geq 5 \div 7$). Если же это число мало, как часто бывает на практике ($m = 2 \div 4$), то реального выигрыша не получается, и потому целесообразно использовать простые правила разбиения, например, те, что описаны в случаях 1, 2.

Данный подход к локализации коррупции в организационной системе позволяет локализовать коррупцию с точностью до подсистем, содержащих два эксперта. Иными словами, можно указать коррумпированную пару экспертов, но точно сказать, кто именно из них коррупционер, нельзя. Для того чтобы это стало возможным, дополним вышеизложенный подход приемом «сравнение двух экспертов». Рассмотрим матрицу экспертных оценок организационной системы с $m = 2$ экспертами

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & \dots & b_{2n} \end{pmatrix}. \quad (5.1)$$

Как следует из матрицы (5.1), средние по всем n показателям оценки объекта, даваемые 1-м и 2-м экспертами (усреднение предполагает соизмеримость форм оценок различных показателей),

$$b_{1,ср} = \sum_{j=1}^n b_{1j} / n, \quad b_{2,ср} = \sum_{j=1}^n b_{2j} / n \quad (5.2)$$

Если оба эксперта не только высококвалифицированные, но и честные, добросовестные и независимые, то оценки b_1 и b_2 должны совпадать или практически совпадать, в случае, если эксперты честные, добросовестные и независимые, но не в высшей мере квалифицированные, эти оценки будут различаться. Наконец, если эксперты нечестные, недобросовестные и зависимые, то есть коррумпированные, то при любой их квалификации эти оценки будут различаться существенно. Эти соображения подсказывают простой прием выявления заведомо коррумпированного эксперта из системы двух экспертов, в которой ранее была обнаружена коррупция.

1. По формулам (5.2) вычисляются средние экспертные оценки объекта b_1 и b_2 , даваемые 1-м и 2-м экспертами.

2. Находится относительное расхождение между оценками $b_{1,ср}$ и $b_{2,ср}$

$$\delta = |b_{1,ср} - b_{2,ср}| / \min(b_{1,ср}, b_{2,ср}) \quad (5.3)$$

3. Определяется пороговое достаточно малое значение δ_0 показателя δ , превышение которого можно обоснованно трактовать как объективное свидетельство коррумпированности одного из двух экспертов. Тогда, если окажется $\delta > \delta_0$, то будем полагать, что один из экспертов коррумпирован. Кого именно считать коррумпированным в случае такого превышения, зависит от смысла показателей b_{ij} и оценок b_1, b_2 . Если большим значениям показателей и их оценок соответствует более высокое качество оцениваемого объекта, то коррумпированным следует считать того эксперта, который занижает оценку объекта, т.е. дает меньшую из оценок b_1, b_2 . Здесь речь идет об основной ситуации A , где эксперт не связан с командой, стоящей за объектом, и потому заинтересован в «провале чужого объекта». В двойственной ситуации B , где эксперт заодно с командой объекта, он заинтересован в «вытягивании своего объекта», поэтому здесь коррумпированным считаем эксперта, давшего большую из b_1, b_2 . Выделение одного из двух, заведомо коррумпированного, эксперта не означает, что 2-й эксперт некоррумпирован. Но вопрос о его возможной коррумпированности должен решаться уже иначе – на основе лишь информации о работе данного эксперта.

Дадим еще один упрощенный вариант описанного приема. Пусть оценки 1-го эксперта системы с двумя экспертами доминируют над оценками 2-го эксперта, т.е. строки матрицы экспертных оценок системы (5.1) находятся в отношении

$$b_{1j} \geq b_{2j}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (5.4)$$

причем хотя бы одно из n неравенств (18) является строгим (имеет знак $>$). Тогда очевидно, что при достаточно большом проценте (например, свыше $5 \div 10\%$) строгих неравенств в системе неравенств (5.4) коррумпированным нужно считать: 1-го эксперта в ситуации A и 2-го – в ситуации B .

Наконец, о возможной локализации коррупции в одном отдельно взятом эксперте на основании лишь информации о работе данного эксперта. Последнее означает, что нам известна лишь некоторая i -я строка матрицы экспертных оценок B , где i – номер этого эксперта. Иными словами, нам известны только оценки, которые выставляет различным показателям анализируемого объекта подозреваемый эксперт, однако неизвестны оценки других экспертов. Таким образом, в этом случае решение задачи локализации коррупции на основе сравнения оценок различных экспертов, как это делалось выше, невозможно. Однако поставленную задачу все же можно решить. Для этого надо только в формуляре, содержащем выставленные оценки, выделить логические следствия вида

$$\{d_{j_1k}, d_{j_2s}, \dots, d_{j_pl}\} \Rightarrow d_{j_qt} \quad (5.5)$$

Выражение (5.5) означает, что, исходя из логики и здравого смысла, любой эксперт, оценивший j_1 -й показатель оценкой k , j_2 -й показатель – оценкой s , ..., j_p -й – оценкой l , должен оценить j_q -й показатель – оценкой t . Например, если эксперт, оценивающий представленный на конкурс проект, поставил ему высшие возможные оценки по показателям «Научный интерес цели исследования», «Новизна и оригинальность решения», «Разработка новых методов исследования», «Важность результата для дальнейшего развития науки», «Наличие научного задела», «Адекватность потенциала коллектива поставленной задаче», то он обязан поставить такую же оценку по итоговому показателю «Достоин ли проект присуждения гранта». Если он этого не делает, значит, он коррумпирован, более того, озабочен своей деятельностью в данном направлении настолько, что даже потерял бдительность. Считать, что подобные действия экспертов происходят из-за их недостаточной квалификации, невозможно, поскольку логические заключения, подобные описанному, доступны даже школьникам.

Возможны и многие другие подходы к локализации одного коррумпированного эксперта. Например, если у нас нет никакой информации об истинном значении оцениваемых параметров, то можно просто вычислить некое «среднее» значение каждого из оцениваемых параметров на основе оценок всех экспертов и определить экспертов (например, введя порог отличия), чьи оценки сильно отличаются от этих средних значений – таких экспертов можно подозревать в коррупции. Если же у нас есть собственное представление об оцениваемых параметрах, то мы можем сравнить оценки экспертов с ним и так же выделить коррупционеров.

6 Задача измерения и обнаружения коррупции при сложном объекте

Усложним теперь задачи, поставленные в п. 1 и решенные выше в пп. 3–5. А именно, пусть m экспертов, образующих организационную систему, проводят совместную экспертизу не одного (как считалось раньше), а N ($N \geq 1$) объектов. Это новая, более сложная постановка задач измерения и обнаружения коррупции в системе, о которой можно сказать, что она предназначена для экспертизы сложного (многокомпонентного) объекта. Далее мы рассмотрим отдельно два различных возможных случая.

Случай 1. Каждый из N имеющихся объектов, образующих в совокупности сложный (многокомпонентный) объект, подвергается экспертизе экспертами системы так же, как в прежних постановках подвергался экспертизе единственный имевшийся объект. Все i экспертов, $i = \overline{1, m}$, оценивают каждый j -й показатель k -го объекта,

$j = \overline{1, n_k}, k = \overline{1, N}$, при этом выбирая одно из r_{jk} возможных значений этого показателя, задаваемых множеством значений

$$A_{jk} = \{a_{j1}^k, a_{j2}^k, \dots, a_{jr_{jk}}^k\}, \quad j = \overline{1, n_k}, \quad k = \overline{1, N}. \quad (6.1)$$

Результатом проведения экспертизы является набор матриц экспертных оценок

$$B_k = \left\| \begin{array}{ccc} b_{11}^k & \dots & b_{1n_k}^k \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{m1}^k & \dots & b_{mn_k}^k \end{array} \right\|, \quad k = \overline{1, N}, \quad (6.2)$$

где $b_{ij}^k, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n_k}$, – оценка, данная i -м экспертом j -му показателю k -го объекта.

Таким образом, матрица $B_k = \|b_{ij}^k\|$ есть матрица экспертных оценок всеми m экспертами k -го объекта. Соединив эти матрицы для всех возможных значений k (всех объектов), получим объединенную матрицу экспертных оценок системы в виде

$$B = \|B_1 B_2 \dots B_N\| = \left\| \begin{array}{ccc|ccc| \dots |ccc} b_{11}^1 & \dots & b_{1n_1}^1 & b_{11}^2 & \dots & b_{1n_2}^2 & \dots & b_{11}^N & \dots & b_{1n_N}^N \\ \dots & \dots \\ b_{m1}^1 & \dots & b_{mn_1}^1 & b_{m1}^2 & \dots & b_{mn_2}^2 & \dots & b_{m1}^N & \dots & b_{mn_N}^N \end{array} \right\|, \quad (6.3)$$

показывающую оценки всех показателей всех объектов всеми экспертами. В матрице B элементы j -го столбца k -й слева подматрицы B_k выбираются экспертами из множества A_{jk} , определяемого выражением (20). Сравнивая матрицу (3.2) с (6.3), видим, что они по смыслу равноценны, так как в той и другой любая i -я строка содержит оценки, данные i -м экспертом всем показателям всех N оцениваемых объектов, только в первом случае имеется $N=1$ объект, а во втором N произвольно. Таким образом, разница между организационными системами, которые рассматривались в пп. 3 – 5 ($N=1$), и системами, рассматриваемыми теперь (N произвольно), лишь в их размерности: прежде матрица экспертных оценок B имела размерность $m \times n$, теперь – $m \times M$, где $M = \sum_{j=1}^N n_j$.

Итак, рассматриваемую здесь организационную систему, работающую с совокупностью N оцениваемых объектов, можно рассматривать как уже изученную в пп. 3 – 5 систему, работающую с одним оцениваемым объектом, если в качестве матрицы экспертных оценок системы брать не матрицу (3.2), а матрицу (6.3). Отсюда следует вывод, что для решения задач измерения, обнаружения и локализации коррупции в системах с несколькими оцениваемыми объектами можно использовать методы решения этих задач для систем с одним объектом, изложенные выше в пп. 3 – 5.

Когда каждый из N объектов оценивается по одному показателю ($n_1 = n_2 = \dots = n_N$), матрица экспертных оценок (6.3) принимает вид

$$B = \left\| \begin{array}{ccc} b_{11}^1 & b_{11}^2 & \dots & b_{11}^N \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1}^1 & b_{m1}^2 & \dots & b_{m1}^N \end{array} \right\| = \left\| \begin{array}{ccc} b'_{11} & b'_{12} & \dots & b'_{1N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b'_{m1} & b'_{m2} & \dots & b'_{mN} \end{array} \right\|, \quad \text{где } b'_{ij} = b_{i1}, \quad (6.4)$$

по сути не отличающийся от матрицы для системы с одним объектом (3.2). Это естественно, так как суть работы при оценке нескольких показателей одного объекта и в ситуации оценки нескольких объектов по одному показателю в каждом одна и та же.

Случай 2. Результаты работы экспертов системы в виде матрицы (6.3) экспертных оценок всех показателей всех объектов всеми экспертами неизвестны. Но известна более ограниченная информация об этих результатах, полученная агрегированием полной информации, содержащейся в матрице экспертных оценок, а именно, коллективная оценка каждого из N имеющихся объектов, принадлежащая собранию экспертов данной системы. Вопрос в следующем: можно ли по указанной известной информации решать задачи обнаружения и измерения коррупции в нашей системе, используя соответствующие объективные показатели уровня коррупции и объективные критерии ее существования, и как это делать? (Задача локализации коррупции в системе здесь не упоминается, поскольку очевидно, что в условиях отсутствия индивидуальных оценок различных объектов различными экспертами эта задача не может быть решена). Поставленный вопрос может быть решен положительно с помощью так называемого метода рассечений, который излагается ниже.

Будем называть рассечением множества объектов такое его разбиение на непересекающиеся подмножества, которое произведено по признакам, не связанным с показателями, по которым эксперты оценивают объекты. Например, множество студентов, которые сдают экзамен преподавателю, можно разбить на несколько подмножеств по признаку их религиозной принадлежности (атеисты, православные, мусульмане и т.д.), и этот признак не связан с показателем «уровень знаний», по которому преподаватель оценивает студентов. Тогда произведенное разбиение является рассечением. Аналогично, множество поданных на конкурс проектов можно разбить на подмножества по признаку ведомственной принадлежности их заявителей, отношению заявителей к членам комиссии и другим «посторонним» факторам.

Идея метода рассечений очень проста. Предположим, что эксперты нашей организационной системы совместно выставили индивидуальную оценку каждому из N имеющихся объектов. Полученному набору индивидуальных оценок всех объектов соответствует некоторая интегральная оценка всего множества объектов, например, среднее арифметическое индивидуальных оценок отдельных объектов. Возьмем какое-нибудь рассечение множества объектов и подсчитаем для каждого его подмножества принятую нами интегральную оценку. Если эксперты некоррупционированы, полученные оценки практически совпадут с аналогичной оценкой всего множества объектов – ведь рассечение множества объектов на подмножества проводилось по признакам, не связанным с оцениваемыми показателями объектов. Так, средние арифметические экзаменационных оценок студентов среди атеистов и православных будут практически совпадать между собой и со средней арифметической оценкой по всем студентам. Если же такого совпадения не наблюдается, и интегральные оценки, найденные для отдельных подмножеств объектов, существенно отличаются от оценки для всего множества объектов, это свидетельствует о наличии коррупции среди экспертов.

На основании сказанного ранее можно построить следующий очевидный алгоритм метода рассечений, позволяющий обнаружить коррупцию и измерить ее уровень в организационной системе.

1. Выбор некоторого подходящего рассечения имеющегося множества объектов, оцениваемых экспертами нашей организационной системы. Желательно, чтобы это рассечение было максимально эффективным, т.е. в наибольшей возможной степени позволяло обнаружить и измерить уровень коррупции в системе.

2. Определение некоторой подходящей интегральной оценки показателя произвольного множества объектов, объединяющей (интегрирующей) индивидуальные оценки показателей отдельных объектов, выставленные им экспертами системы.

3. Выбор предельно допустимого отклонения между значениями интегральной оценки показателя двух множеств объектов, превышение которого свидетельствует о существенном различии между теми наборами индивидуальных оценок показателей, которые эксперты поставили в этих двух множествах объектов.

4. Нахождение интегральной оценки показателя множества объектов, на основе информации об индивидуальных оценках показателей, поставленных им экспертами.

5. Вычисление интегральной оценки показателя каждого подмножества объектов рассечения, выбранного на шаге 1, с использованием данных об индивидуальных оценках показателей всех объектов, поставленных им экспертами.

6. Сравнение интегральных оценок показателя для всего имеющегося множества объектов и отдельных его подмножеств, входящих в выбранное на шаге 1 его рассечение. Если все отклонения между оценками не превышают предельно допустимого, установленного на шаге 3, делается вывод об отсутствии коррупции в анализируемой организационной системе. Конец алгоритма. Если хотя бы одно отклонение превышает указанное предельно допустимое, делается вывод о наличии коррупции в системе и совершается переход к шагу 7.

7. Используя вычисленные на шаге 6 отклонения между интегральными оценками показателя для всего имеющегося множества объектов и отдельных его подмножеств, входящих в выбранное его рассечение, подсчитываем значение показателя уровня коррупции в системе. В качестве такого показателя рекомендуется максимальное относительное отклонение между интегральными оценками показателя следующих множеств: всего множества объектов и отдельных его подмножеств, входящих в выбранное его рассечение. Конец алгоритма.

Наиболее трудным в изложенном алгоритме является выполнение шага 1 – выбор рассечения множества объектов, поскольку для этого не существует никакой формализованной процедуры, а перебор всех возможных вариантов рассечения имеющегося множества объектов из-за большой трудоемкости практически невозможен. К счастью, на практике коррупционеры, работающие в качестве экспертов в организационных системах, почти всегда оставляют выразительные следы, подсказывающие нужное рассечение, так что остается лишь прислушаться к этим подсказкам.

7 Примеры обнаружения, измерения и локализации коррупции

Ниже приведены два примера решения задач обнаружения, измерения и локализации коррупции в организационных системах с помощью предложенных выше методов. Эти примеры реальные, взятые из практики работы организационных систем. Все приведенные в них события и количественные данные подлинные. Изменены только названия учреждений, в которых происходили эти события, и названия объектов, подвергавшихся экспертизе в рассматриваемых организационных системах.

Пример 1. В 2003 году на конкурс грантов Всероссийского научного фонда «Честная наука» Тьмутараканским государственным техническим университетом был представлен проект «Математические методы анализа процессов в условиях неопределенности». Проект был отвергнут фондом. Но по просьбе руководителя проекта, не согласившегося с таким решением, фонд прислал две эксперт-анкеты, содержавшие результаты экспертизы проекта двумя экспертами. Фонд отклонил проект на основании этой экспертизы. Эксперт-анкеты приведены в табл. 2.

Таблица 2

№	Название показателя	Возможные оценки и баллы	Поставленные оценки	
			1 эксперт	2 эксперт
1	Ясность формулировки научного содержания проекта	Предельно ясно – 1; Достаточно ясно – 0; Неясно – «←»	0	0
2	Представляет ли научный интерес цель исследования	Безусловно, да – 1; Да, в известной степени – 0; Нет – «←»	1	0
3	Предполагается ли разработка новых методов исследования	Да – 1; Нет – 0	1	0
4	Наличие новизны предлагаемого подхода и оригинальности решения	Да – 1; Нет – 0	1	1
5	Важность результата исследований	Важен для дальнейшего развития науки – 1; Представляет только самостоятельный интерес – 0	1	0
6	Возможно ли применение результатов исследований в учебном процессе	Да – 1; Нет – 0	0	0
7	Возможно ли применение результатов исследований в прикладных областях	Да – 1; Нет – 0	1	1
8	Есть ли научный задел по теме проекта	Имеется, есть публикации – 2; Имеется, публикаций нет – 1; В заявке нет данных – 0	2	2
9	Соответствует ли потенциал коллектива уровню поставленной задачи	Да, безусловно – 2; Да, в значительной мере – 1; Нет, не соответствует – 0	2	1
10	Достоин ли проект присуждения гранта	Да, безусловно – 2; Да, в значительной мере – 1; При возможности – 0; Нет – «←»	1	1

Здесь имеем систему из $m = 2$ экспертов, оценивающих один объект – представленный на конкурс проект, оценка которого происходит по $n = 10$ показателям. В соответствии с этим мы можем применить общую методику измерения, обнаружения и локализации коррупции в системе (пп. 3 – 5). Прежде всего, представим результаты работы, заданные табл. 2, в стандартной форме матрицы экспертных оценок (3.2)

$$B = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 2 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 2 & 1 & 1 \end{vmatrix}.$$

Теперь по первой формуле (3.14) мы можем вычислить показатель k относительного уровня коррупции в системе.

В данном случае входящие в эту формулу нижняя $a_{j\min}$ и верхняя $a_{j\max}$ границы диапазона возможных значений j -го столбца B (т.е. показателя в j -й строке таблицы 2) равны:

$$\begin{aligned} a_{1\min} = 0, a_{1\max} = 1; a_{2\min} = 0, a_{2\max} = 1; a_{3\min} = 0, a_{3\max} = 1; a_{4\min} = 0, a_{4\max} = 1; \\ a_{5\min} = 0, a_{5\max} = 1; a_{6\min} = 0, a_{6\max} = 1; a_{7\min} = 0, a_{7\max} = 1; a_{8\min} = 0, a_{8\max} = 2; \\ a_{9\min} = 0, a_{9\max} = 2; a_{10\min} = 0, a_{10\max} = 2. \end{aligned}$$

В результате вычисления получаем

$$k = \frac{|0-0| + |1-0| + |1-0| + |1-1| + |1-0| + |0-0| + |1-1| + |2-2| + |2-1| + |1-1|}{(1-0) + (1-0) + (1-0) + (1-0) + (1-0) + (1-0) + (2-0) + (2-0) + (2-0)} = \frac{4}{13} \cong 0,308 \cong 31\%$$

Итак, показатель относительного уровня коррупции в системе равен 31%, что, конечно, очень много.

Методом п. 4 решим задачу обнаружения коррупции в системе. Выберем в качестве порога коррумпированности такое значение показателя k относительного уровня коррупции: $k_0 = 5\%$. Тогда, поскольку реальное значение показателя $k > k_0$, делаем заключение о наличии в системе коррупции. Более того, поскольку $k \gg k_0$ ($k/k_0 = 6,2$, т.е. имеем более чем 6-кратное превышение допустимого уровня коррупции), мы вынуждены признать, что уровень коррупции в системе очень большой.

Теперь методом п. 5 решим задачу локализации коррупции, а именно, определим, кто из двух имеющихся в системе экспертов коррумпирован. Воспользуемся приемом «сравнение двух экспертов».

1. По формулам (5.2), используя матрицу B , вычислим средние по всем 10 показателям оценки проекта, данные 1-м и 2-м экспертами:

$$b_{1,cp} = \sum_{j=1}^{10} b_{1j} / 10 = (1 \cdot 6 + 2 \cdot 2) / 10 = 1,0; \quad b_{2,cp} = \sum_{j=1}^{10} b_{2j} / 10 = (1 \cdot 4 + 2 \cdot 1) / 10 = 0,6$$

2. По (5.3) найдем относительное расхождение между найденными оценками:

$$\delta = |b_{1,cp} - b_{2,cp}| / \min(b_{1,cp}, b_{2,cp}) = (1,0 - 0,6) / 0,6 \cong 0,666 = 66,6\%$$

Это очень большое расхождение, свидетельствующее о том, что два эксперта оценивали один и тот же проект по различным стандартам.

3. Назначаем пороговое значение δ_0 показателя δ , превышение которого будем трактовать как свидетельство коррумпированности эксперта. Возьмем $\delta_0 = 5\%$. Тогда имеем $\delta = 66,6\% > 5\% = \delta_0$, т.е. $\delta > \delta_0$. Поэтому заключаем, что один из двух экспертов коррумпирован – тот, который давал более низкие оценки показателям проекта и, как следствие, более низкую среднюю оценку. Это эксперт 2. Основанием этого заключения служит информация, что эксперт 2 не связан с оцениваемым проектом, поэтому его коррумпированность может проявляться только в снижении даваемой ему оценки с целью его провала. А как же эксперт 1, быть может, хоть он остался честным? Проверим его работу с помощью некоторого выделенного из его формуляра оценок (табл. 2) логического следствия типа (5.5), в качестве следствия возьмем очевидное утверждение

$$\{d_{2,1}, d_{3,1}, d_{4,1}, d_{5,1}, d_{7,1}, d_{8,2}, d_{9,2}\} \Rightarrow d_{10,2},$$

у которого в левой части стоят поставленные первым экспертом высшие возможные оценки 2-го, 3-го, 4-го, 5-го, 7-го, 8-го и 9-го показателей проекта, а в правой части – логически вытекающая из них высшая возможная оценка по итоговому 10-му показателю. Итак, первый эксперт не выполнил этого элементарного требования логики и вместо положенной заключительной оценки $d_{10,2}$ поставил оценку $d_{10,1}$, занизив оценку итогового 10-го показателя примерно вдвое. Поэтому его следует считать коррумпированным, хотя, возможно, и не в большой степени, поскольку большинство неитоговых показателей он не занизил.

Таким образом, наугад выбранный проект, поданный на конкурс грантов Всероссийского научного фонда «Честная наука», оказался на проверке у пары экспертов, которые должны быть признаны коррумпированными. Читатель, чувствующий статистические закономерности, согласится с тем фактом, что теперь, по крайней мере, первое слово в названии фонда должно быть поставлено под сомнение.

Пример 2. В 2006 году в одном из российских вузов – Тьмутараканском государственном техническом университете был проведен конкурс грантов на научные исследования. На конкурс было представлено 20 проектов. Комиссия из 10 членов провела конкурс в два тура. На 1 туре комиссия оценивала проекты на основе полученной проектной документации, давая коллективную оценку каждого из 20 проектов. После ранжирования всех проектов по полученным ими оценкам 12 лучших заявок были пропущены во 2-й тур. На 2-м туре эти 12 проектов оценивались комиссией по результатам выступлений перед ней руководителей проектов. По полученным оценкам проекты снова ранжировались и 8 лучших из них были объявлены победителями конкурса, а выделенный денежный фонд был поделен между победителями в соответствии с полученными ими оценками. Так что схема работы конкурсной комиссии была замечательно проста и очевидна. Тем не менее, одна ставшая известной деталь конкурса вызвала серьезное сомнение: среди 20 представленных работ 5 принадлежали самим членам комиссии, а среди 8 проектов-победителей присутствовали те же 5 проектов. Поэтому, не останавливаясь на вопросах этики, детально проанализируем результаты описанного конкурса.

В этом примере имеем систему из $m = 10$ экспертов (членов комиссии), оценивающих $N = 20$ объектов – представленные на данный конкурс проекты. При этом, хотя каждый проект оценивался по некоторому набору показателей, полная матрица экспертных оценок всех показателей всех проектов всеми экспертами вида (6.3) нам неизвестна. Зато известна более ограниченная информация о результатах экспертизы, полученная путем агрегирования полной информации из матрицы экспертных оценок – коллективная оценка экспертами каждого проекта в целом в форме его пропуска или непропуска в следующий тур либо в число победителей. В соответствии с этим применим для анализа результатов конкурса методику измерения и обнаружения коррупции в системах со сложными объектами, случай 2 (п. 6) и используем описанный там 7-шаговый алгоритм.

1. В качестве подходящего рассечения имеющегося множества Π проектов, поданных на конкурс, берем разложение на подмножества $\Pi_{\text{сотр}}$ и $\Pi_{\text{чл}}$ проектов, поданных соответственно простыми сотрудниками и членами комиссии. Это рассечение, очевидно, максимально эффективное для задач обнаружения и измерения коррупции в системе.

2. В качестве подходящей интегральной оценки произвольного множества проектов мы возьмем долю этих проектов, включенную экспертами в число победителей конкурса.

3. Выбираем предельно допустимое отклонение δ между значениями интегральной оценки двух множеств, превышение которого означает существенное различие, с точки зрения экспертов, уровня проектов выбранных множеств: $\delta = 5\%$.

4. и 5. Находим интегральные оценки I множеств $\Pi, \Pi_{\text{сотр}}, \Pi_{\text{чл}}$. По условиям задачи из 20 поданных на конкурс проектов 5 принадлежало членам комиссии, а $20 - 5 = 15$ – простым сотрудникам. А до статуса «победителя» дошли соответственно 8, 5 и 3 проекта. Интегральные оценки приняли следующие значения: $I(\Pi) = 8/20 = 0,4 = 40\%$, $I(\Pi_{\text{сотр}}) = 3/15 = 0,2 = 20\%$, $I(\Pi_{\text{чл}}) = 5/5 = 1 = 100\%$.

6. Сравнение интегральных оценок, найденных на шагах 4 и 5, путем подсчета относительных отклонений:

$$\begin{aligned} [I(\Pi) - I(\Pi_{\text{сотр}})] / I(\Pi_{\text{сотр}}) &= (40 - 20) / 20 = 1 = 100\%, \\ [I(\Pi_{\text{чл}}) - I(\Pi)] / I(\Pi) &= (100 - 40) / 40 = 1,5 = 150\%, \quad [I(\Pi_{\text{чл}}) - I(\Pi_{\text{сотр}})] / I(\Pi_{\text{сотр}}) = \\ &= (100 - 20) / 20 = 4 = 400\% \end{aligned}$$

Таким образом, все 3 относительных отклонения интегральных оценок множеств $\Pi, \Pi_{\text{сотр}}, \Pi_{\text{чл}}$ во много раз (20, 30 и 80) превышают предельно допустимое отклонение $\delta = 5\%$. А это значит, что в системе проведения конкурса, конкретно – в конкурсной комиссии, наверняка имелась коррупция.

7. В качестве показателя уровня коррупции K принимаем максимальное из относительных отклонений интегральных оценок $I(\Pi), I(\Pi_{\text{сотр}}), I(\Pi_{\text{чл}})$, вычисленных на шаге 6. Имеем $K = 400\%$, это очень высокий уровень, он в 80 раз превышает максимально допустимый, равный 5%.

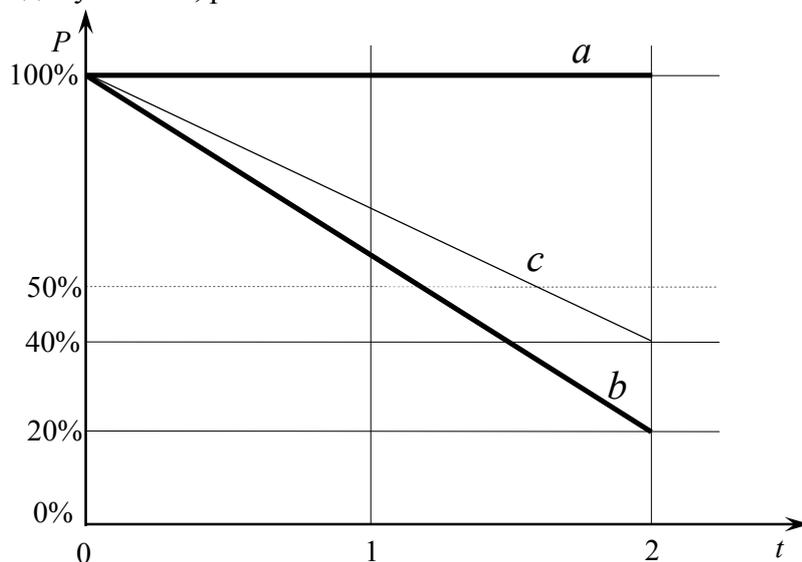


Рисунок 1 – Оперативные характеристики конкурсного процесса (0 – старт, 1 – конец 1-го тура, 2 – конец 2-го тура). Кривые показывают динамику отсева проектов (a – поданных членами комиссии, b – поданных простыми сотрудниками, c – в целом).

P – доля поданных проектов, продолжающих участвовать в конкурсе

Оперативные характеристики конкурсного процесса, произошедшего в вузе, изображены на рис. 1. Из рисунка хорошо видно, что конкурсная комиссия использовала в своей работе две принципиально различные стратегии: максимально возможный отсев «чужих» проектов, поданных простыми сотрудниками (кривая *b*), и максимально возможное (здесь – 100%) сохранение «своих» проектов, поданных членами конкурсной комиссии (кривая *a*). Разумеется, ни о какой подлинной экспертизе проектов здесь не могла идти речь. Обратим внимание, что, если судить о конкурсе по усредненной оперативной характеристике всего множества проектов, поданных на конкурс (кривая *c*), то он выглядит пристойно: 40% поданных работ получили грант. Это ещё раз подтверждает, что полагаться на традиционную статистику типа «средняя температура по палате» нельзя.

Заключение

Коррупция – большое зло в современной жизни многих стран. В очень большой степени это относится и к России. Однако сложившееся положение не безнадежно. Коррупционеры, как бы они ни старались, всегда оставляют следы своей преступной деятельности. Остается лишь, применяя подходящие методы, включая математические, расшифровать эти следы и использовать результаты в борьбе с угрожающим нам всем злом. Для этого не обязательно дожидаться, когда в борьбу вступит государство – ему это сделать очень трудно, поскольку государевы люди – чиновники часто сами коррумпированы. Впервые представленные в данной статье простые математические методы, основанные на детерминистском подходе, могут внести свой вклад в эту область. Предложенный подход может быть распространен на организационные системы более общего вида, чем рассмотренные в данной статье, состоящие не только из экспертов.

Список литературы

1. Ожегов С. И. Словарь русского языка [Текст] / С. И. Ожегов. – М. : Русский язык, 1984.
2. Словарь иностранных слов. – М. : Русский язык, 1989.
3. Локшина С. М. Краткий словарь иностранных слов [Текст] / С. М. Локшина – М. : Русский язык, 1977.
4. Hornby A. S. Oxford Advances Learner's Dictionary of Current English [Текст] / A. S. Hornby – Oxford, 1988.
5. Калинин Б. Ю. Политолого-методологические аспекты проблем коррупции в современной России [Текст] / Б. Ю. Калинин, С. В. Калинина, Э. В. Сумачев // Социология социальных трансформаций. Сборник научных трудов. – Нижний Новгород : НИСОЦ, 2003.
6. Режим доступа : Statistika-korrupsii-v-mire. [Http:// vavilon.ru](http://vavilon.ru).
7. Corruption Perceptions Index 2017. Surveys 21.02.2018 // Transparency International.
8. Bardhan P. Corruption and Development [Текст] / P. Bardhan // Journal of Economic Literature. – 1997. – Vol. 25. – P. 1350.
9. Tanzi V. Corruption Governmental Activities and Markets [Электронный ресурс] / V. Tanzi // IMH Working Paper. – 1999. – № 94. – Режим доступа : [https:// ssrn.com](https://ssrn.com).
10. Glaeser E. L. Corruption and Reform: an Introduction [Электронный ресурс] / E. L. Glaeser // Working Paper 10775 – Режим доступа : [https:// www.nber.org/papers/ W10775](https://www.nber.org/papers/W10775).
11. Leff N. H. Economic Development Through Bureaucratic Corruption [Текст] / N. H. Leff // American Behavioral Scientist. –1964. – Vol. 62, № 2. – P. 337–341.
12. Leite C. Does Mother Nature Corrupt? Natural Re-sources, Corruption and Economic Growth [Текст] / C. Leite, J. Weidmann // Washington: International Monetary Fund. – 1999. – Working Paper № 85.
13. Tanzi V. Corruption, Public Investment and Growth [Текст] / V. Tanzi, H. Davoodi // Washington: International Monetary Fund. – 1997. – Working Paper № 139.

14. Mauro P. Corruption and Growth [Текст] / P. Mauro // *Quarterly Journal of Economic*. – 1995. – Vol. 110, № 3. – P. 681–712.
15. Svensson J. Eight Questions about Corruption [Текст] / J. Svensson // *Journal of Economic Perspectives*. – 2005. – Vol. 19, № 3. – P. 19–42.
16. Houston D. A. Can Corruption Ever Improve an Economy [Текст] / D. A. Houston // *Cato Journal*. – 2007. – Vol. 27, № 3. – P. 350–378.
17. Левин В. И. Проблема коррупции в современной России: положение и перспективы решения [Текст] / В. И. Левин // *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. – 2004. – Том 10, № 3.
18. Левин В. И. Непрерывная логика и ее применение к исследованию систем в условиях неопределенности [Текст] / В. И. Левин // *Проблемы искусственного интеллекта*. – Донецк : ГУ ИПИИ. – 2018. – № 2(9). – С. 4–32.
19. Левин В. И. Непрерывно-логические методы расчета надежности сложных систем. I. Математические модели надежности [Текст] / В. И. Левин // *Проблемы искусственного интеллекта*. – Донецк : ГУ ИПИИ. – 2018. – № 3(10). – С. 23–55.
20. Левин В. И. Непрерывно-логические методы расчета надежности сложных систем. II. Расчет некоторых классов систем [Текст] / В. И. Левин // *Проблемы искусственного интеллекта*. – Донецк : ГУ ИПИИ. – 2018. – № 4(11). – С. 28–41.

References

1. Ozhegov S.I. *Slovar' russkogo yazyka* [Dictionary of the Russian language]. M., Russkiy yazyk, 1984.
2. *Slovar' inostrannykh slov* [Dictionary of foreign words]. M.: Russkiy yazyk, 1989.
3. Lokshina S.M. *Kratkiy slovar' inostrannykh slov*. M.: Russkiy yazyk, 1977.
4. Hornby A.S. *Oxford Advances Learner's Dictionary of Current English*. Oxford, 1988.
5. Kalinin B.YU., Kalinina S.V., Sumachev E.V. Politologo-metodologicheskiye aspekty problem korruptsii v sovremennoy Rossii [Political and methodological aspects of corruption problems in modern Russia]. *Sotsiologiya sotsial'nykh transformatsiy. Cbornik nauchnykh trudov* [Sociology of social transformations. Collection of scientific papers], Nizhniy Novgorod, NISOTS, 2003.
6. Statistika-korruptsii-v-mire. [Http:// vavilon.ru](http://vavilon.ru).
7. Corruption Perceptions Index 2017. Surveys 21.02.2018 // Transparency International.
8. Bardhan P. Corruption and Development. *Journal of Economic Literature*. 1997. Vol. 25. P. 1350.
9. Tanzi V. Corruption Governmental Activities and Markets. *IMH Working Paper*, 1999, no. 94, [https:// ssrn.com](https://ssrn.com).
10. Glaeser E.L. *Corruption and Reform: an Introduction*, Working Paper 10775, [https:// www.nber.org/papers/W10775](https://www.nber.org/papers/W10775).
11. Leff N.H. Economic Development Through Bureaucratic Corruption. *American Behavioral Scientist*, 1964, Vol. 62, no. 2, P. 337–341.
12. Leite C., Weidmann J. Does Mother Nature Corrupt? Natural Re-sources, Corruption and Economic Growth. *Washington: International Monetary Fund*, 1999, Working Paper, no. 85.
13. Tanzi V, Davoodi H. *Corruption, Public Investment and Growth*. Washington, International Monetary Fund, 1997, Working Paper, no. 139.
14. Mauro P. Corruption and Growth. *Quarterly Journal of Economic*, 1995, Vol. 110, no. 3, P. 681–712.
15. Svensson J. Eight Questions about Corruption. *Journal of Economic Perspectives*, 2005, Vol. 19, no. 3, P. 19–42.
16. Houston D.A. Can Corruption Ever Improve an Economy. *Cato Journal*, 2007, Vol. 27, no. 3, P. 350–378.
17. Levin V.I. Problema korruptsii v sovremennoy Rossii: polozheniye i perspektivy resheniya [The problem of corruption in modern Russia: situation and prospects of solution]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tambov State Technical University], 2004, Tom 10, no. 3.
18. Levin V. I. Nepreryvnaya logika i yeye primeneniye k issledovaniyu sistem v usloviyakh neopredelennosti [Continuous logic and its application to the study of systems in conditions of uncertainty]. *Problemy iskusstvennogo intellekta* [Problems of artificial intelligence], Donetsk, GU IPII, 2018, no. 2(9), pp. 4–32.
19. Levin V. I. Nepreryvno-logicheskiye metody rascheta nadezhnosti slozhnykh sistem. I. Matematicheskiye modeli nadezhnosti [Continuous-logical methods for calculating the reliability of complex systems. I. Mathematical models of reliability]. *Problemy iskusstvennogo intellekta* [Problems of artificial intelligence], Donetsk, GU IPII, 2018, no. 3(10), pp. 23–55.

20. Levin V. I. Nepreryvno-logicheskiye metody rascheta nadezhnosti slozhnykh sistem. II. Raschet nekotorykh klassov sistem [Continuous-logical methods for calculating the reliability of complex systems. II. Calculation of some classes of systems]. *Problemy iskusstvennogo intellekta* [Problems of artificial intelligence], Donetsk, GU IPII, 2018, no. 4(11), pp. 28–41.

RESUME

V. I. Levin

Quantitative Methods for Detecting and Measuring Corruption

In process of functioning of various organizational expert systems – economic, social, militarized – the task of detecting, localizing and measuring the level of corruption in the system arises. These tasks are solved on the basis of various data obtained during observations and experiments on the system. However, there is no single method for processing information to solve these problems. This paper proposes such a technique, based on a comparison of assessments of the same indicators of evaluated objects, given by various experts. The aim of the article is to develop a fully formalized method for detecting, localizing and measuring the level of corruption in organizational system consisting of experts, based on assessments given to objects.

The method proposed in the article consists in the presentation of an organizational system of m experts conducting an examination of the object with n indicators by means of a $(m \times n)$ -matrix $B = \|b_{ij}\|$. Here b_{ij} – is the assessment given by i -th expert to the j -th indicator of the object. In this case a system with ideal (non-corrupted) experts corresponds to a matrix B with equal elements in any column and, accordingly, with matching lines. In a system with non-ideal (corrupt) experts, the matrix B does not have this property. This allows you to enter an indicator of the absolute level of corruption in the system as the sum of distances between results of the examination of various experts.

A general analytical expression is obtained for absolute level of corruption in systems with arbitrary B, m and n . The maximum possible value of this indicator is found. An algorithm for detecting corruption in organizational systems is given, based on comparison of the absolute level of corruption and its maximum allowable level. The problem of detecting corruption in a complex system, where objects with several indicators pass the examination, is also solved. Examples of detecting and measuring corruption in real expert systems are given.

A new approach to mathematical modeling of corruption processes in organizational expert systems, based on the use of the matrix of assessments of various indicators of evaluated objects by different experts of the system, is proposed. This approach, in contrast to the established practice, allows us to find uniform solutions of various problems of studying corruption in systems of this type. These are tasks of detecting, localizing and measuring corruption. The direction of research as a whole is proposed to be called *corrumetry*.

РЕЗЮМЕ

В.И. Левин

Количественные методы обнаружения и измерения коррупции

В процессе функционирования различных организационных экспертных систем – экономических, социальных, военизированных – возникает задача обнаружения, локализации и измерения уровня коррупции в системе. Эти задачи решают на основе разнообразных данных, получаемых в ходе наблюдений и экспериментов над системой. Однако единой методики обработки информации с целью решения указанных задач не существует. В работе предложена такая методика, основанная на сравнении оценок одних и тех же показателей оцениваемых объектов, даваемых различными экспертами. Целью статьи является разработка полностью формализованного метода обнаружения, локализации и измерения уровня коррупции в организационной системе, состоящей из экспертов, на основе оценок, даваемых объектам.

Предложенный в статье метод заключается в представлении системы из m экспертов, проводящей экспертизу объекта с n показателями, посредством $(m \times n)$ -матрицы $B = \|b_{ij}\|$. Здесь b_{ij} – оценка, данная i -м экспертом j -му показателю объекта. При этом системе с идеальными (некоррупцированными) экспертами соответствует матрица B с равными элементами в любом столбце и, соответственно, с совпадающими строками. В системе с неидеальными (коррупцированными) экспертами матрица B не обладает этим свойством. Это позволяет ввести показатель абсолютного уровня коррупции как сумму расстояний между результатами экспертизы у различных экспертов.

Получено общее аналитическое выражение показателя абсолютного уровня коррупции в системах с произвольными B, m и n . Найдено максимальное возможное значение этого показателя. Дан алгоритм обнаружения коррупции в организационных системах, основанный на сравнении вычисленного абсолютного уровня коррупции и его предельно допустимого уровня. Решена также задача обнаружения коррупции в сложной системе, где экспертизу проходят объекты с несколькими показателями. Приведены примеры обнаружения и измерения коррупции в реальных экспертных системах.

Предложен новый подход к математическому моделированию коррупционных процессов в организационных экспертных системах, основанный на использовании матрицы оценок различных показателей оцениваемых объектов различными экспертами системы. Этот подход, в отличие от сложившейся практики, позволяет подходить одинаково к решению разных задач изучения коррупции в системах этого типа. Таковы задачи обнаружения, локализации и измерения коррупции. Направление предложено называть корруметрией.

Статья поступила в редакцию 11.03.2019.