

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ КОРРУПЦИИ. КОРРУМЕТРИЯ

**В.И. Левин**

*ГОУ ВПО «Пензенская государственная технологическая академия»*

*Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым*

**Ключевые слова и фразы:** коррупция; математическое моделирование.

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

---

### Введение

Проблема коррупции является одной из наиболее старых и нерешенных до сих пор проблем большинства развитых стран. Для России она не новость. Достаточно вспомнить многочисленные русские пословицы на эту тему, хотя бы такую: «Не подмажешь – не поедешь!» Однако именно в наше время эта проблема приобрела особенно большой размах и остроту. Она является одной из главных проблем, которые поставлены и должны быть решены государством. Это главная и первоочередная проблема современной России, с решения которой следует 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 большой нестабильности, а затем и к разрушению российского государства.

Имеется много различных определений коррупции. Согласно [5], коррупция – это подкуп взятками, продажность должностных лиц и политических деятелей в буржуазных странах, а согласно [6] – 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 и по собственной инициативе). Более удовлетворительное определение дано в [4]: коррупция – это просто подкуп, продажность, взяточничество. Однако и здесь налицо третье из перечисленных ограничений. Наиболее емкое и точное из существующих определений дано, на наш взгляд, в [1]. 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 стран и международных организаций [2]. 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 том числе взяточничество), которым поручено выполнение определенных обязанностей в государственном или част-

ном секторе, ведущее к нарушению этих обязанностей. В России коррупцией считается преступная деятельность в политике или государственном управлении в форме использования должностными лицами своих властных полномочий для личного обогащения.

Детальные сведения о современной коррупции (ее виды, размах, национальные особенности, связанные с ней опасности, научный подход к ее количественному изучению в рамках специальной науки корруметрии и др.) приведены в [3]. Мы же в этой работе изложим простейший корруметрический так называемый детерминистский подход, позволяющий обнаруживать и измерять коррупцию в организационных системах.

## 1. Постановка задачи

Дадим теперь формализованную постановку двух основных задач науки корруметрии. 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 указанной системы или нет. Задача 2: разработка математической модели и метода, позволяющих по имеющейся информации о работе 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, а задачу 2 – задачей измерения (анализа) коррупции.

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 или против поддержки данного проекта и т.д. Все эти люди могут быть названы экспертами, поскольку даваемые им оценки различных объектов являются экспертными, то есть зависящими от уровня квалификации, честности, добросовестности, независимости служебного поведения и некоторых других качеств конкретного эксперта. Однако должно быть ясно, что разные эксперты, обладающие в высшей степени всеми указанными качествами, будут давать одинаковые оценки одному и тому же объекту (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 определенную

плату – и т.д. Очевидно, что чем в большей степени эксперты обладают указанными отрицательными качествами, ведущими к коррупции, тем больше будет расстояние между результатами экспертизы у различных отдельных экспертов, а также расстояние между коллективной экспертной оценкой, даваемой одному и тому же объекту реальными, коррумпированными экспертами с одной стороны, и идеальными экспертами – с другой.

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 является работниками не самого высокого уровня в отношении их квалификации, честности, добросовестности и независимости. Гипотетическую систему, в которую превратилась бы наша реальная организационная система, если бы в один прекрасный 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. Решение задачи измерения коррупции

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

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

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

$$B = \left\| \begin{array}{ccc} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & \dots & b_{mn} \end{array} \right\|, \quad (2)$$

в которой  $b_{ij}$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$ , есть экспертная оценка, данная  $i$ -м экспертом  $j$ -му показателю объекта. В матрице  $B$ , согласно сказанному выше, элементы  $j$ -го

столбца выбираются экспертами из множества  $A_j$ , определяемого выражением (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 наборы оценок показателей объекта, принадлежащие различным экспертам, совпадают. В терминах матрицы экспертных оценок (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 оцениваемого 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 следующее выражение показателя абсолютного уровня коррупции

$$K = \sum_{j=1}^n \sum_{i < q} |b_{ij} - b_{qj}|. \quad (3)$$

Как следует из формулы (3), для идеальных систем в силу равенства всех элементов любого столбца матрицы  $B$  таких систем  $b_{ij} = b_{qj}$  для всех  $i, q$ , откуда  $K = 0$ , то есть 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 следует  $K > 0$ , то есть абсолютный уровень коррупции таких систем положительный.

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

$$k = K/K_{\max}. \quad (4)$$

где  $K_{\max}$  – максимальное возможное значение абсолютного показателя  $K$ . С учетом значений  $K$  у идеальных и реальных систем, из (4) получаем

$$0 \leq k \leq 1, \quad (5)$$

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

Найдем выражение для  $K_{\max}$ . Из выражения (3) для  $K$  очевидно, что  $K$  достигает своего максимального значения  $K_{\max}$  тогда, когда наибольшее воз-



Подставляя значения  $K$  из (3) и  $K_{\max}$  из (9) в соотношение (4), получим следующее явное выражение показателя относительного уровня коррупции  $k$

$$k = \sum_{j=1}^n \sum_{i < q} |b_{ij} - b_{qj}| / N(m) \sum_{j=1}^n (a_{j \max} - a_{j \min}). \quad (10)$$

На практике, в основном, встречаются организационные системы, состоящие из ограниченного (до 5–7) числа  $m$  экспертов. Явные выражения показателя  $k$  относительного уровня коррупции для нескольких таких систем, вытекающие из общего выражения (10), приведены ниже.

$$k = \sum_{j=1}^n |b_{1j} - b_{2j}| / \sum_{j=1}^n (a_{j \max} - a_{j \min}), \quad m = 2; \quad (11)$$

$$k = \sum_{j=1}^n (|b_{1j} - b_{2j}| + |b_{1j} - b_{3j}| + |b_{2j} - b_{3j}|) / 2 \sum_{j=1}^n (a_{j \max} - a_{j \min}), \quad m = 3; \quad (12)$$

$$k = \sum_{j=1}^n (|b_{1j} - b_{2j}| + |b_{1j} - b_{3j}| + |b_{1j} - b_{4j}| + |b_{2j} - b_{3j}| + |b_{2j} - b_{4j}| + |b_{3j} - b_{4j}|) / 4 \sum_{j=1}^n (a_{j \max} - a_{j \min}), \quad m = 4; \quad (13)$$

$$k = \sum_{j=1}^n (|b_{1j} - b_{2j}| + |b_{1j} - b_{3j}| + |b_{1j} - b_{4j}| + |b_{1j} - b_{5j}| + |b_{2j} - b_{3j}| + |b_{2j} - b_{4j}| + |b_{2j} - b_{5j}| + |b_{3j} - b_{4j}| + |b_{3j} - b_{5j}| + |b_{4j} - b_{5j}|) / 6 \sum_{j=1}^n (a_{j \max} - a_{j \min}), \quad m = 5. \quad (14)$$

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

### 3. Решение задачи обнаружения коррупции

Рассмотрим снова организационную систему с  $m$  экспертами, изученную выше в п. 2. Как было показано в п. 2, относительный уровень коррупции  $k$  в работе такой системы можно достаточно объективно измерить (оценить) с помощью формулы (10) (для конкретных систем с конкретным числом  $m$  – с помощью производных от (10) формул типа (11) – (14)). При этом показателю относительного уровня коррупции  $k = 0$  соответствует полностью бескоррупционная (идеальная) система, а показателю  $k = 1$  – полностью скорумпированная система. Все возможные значения показателя  $k$  находятся в интервале от 0 до 1 (формула (5)), причем возрастание  $k$  в этом интервале означает монотонное увеличение уровня коррупции в системе от минимального возможного до максимального возможного, а убывание  $k$  – его монотонное уменьшение от максимального возможного до минимального возможного. Также взаимно однозначное соответствие между предполагаемым уровнем коррупции в системе и математически сконст-

руированным показателем этого уровня  $k$  позволяет решить задачу обнаружения коррупции в системе полностью формализованно. Для решения нужно выполнить следующие действия.

1. Выбрать 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  $k_0$  системы связана с тем, что слишком малые значения показателя  $k$  ( $k < k_0$ ) могут быть вызваны не свойствами экспертов, связанными с их коррумпированностью (нечестность, недобросовестность, зависимость и т.д.), а совсем другими свойствами (в первую очередь, 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 (10) показателя  $k$  из-за влияния на построенную математическую модель указанных «других» (некоррупционных) свойств экспертов. Поэтому говорить уверенно о наличии в системе коррупции при  $k < k_0$  нельзя – это возможно лишь при  $k > k_0$ .

2. Вычислить значение показателя относительного уровня коррупции  $k$  в системе, опираясь на информацию о работе системы, содержащуюся в ее матрице экспертных оценок  $B$  вида (2) и множествах возможных значений показателей подвергаемого экспертизе объекта, задаваемых в виде (1). Для вычисления используем общую формулу (10) или ее конкретизированные варианты (11) – (14), относящиеся к системам с конкретизированным количеством экспертов  $m$ .

3. Сравнить вычисленное значение показателя относительного уровня коррупции в системе  $k$  с выбранным значением порога коррумпированности  $k_0$  системы. Здесь возможно 3 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 бескоррупционность системы); в)  $0 < k \leq k_0$ , при этом делается заключение о недостаточности имеющейся информации для составления заключения о наличии либо об отсутствии коррупции в системе.

Данный 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.

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

#### 4. 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 организационной системы с  $m$  экспертами обнаружить факт наличия коррупции в любой ее

подсистеме с произвольным числом экспертов  $s$ , где  $s \leq m$ . Эту задачу назовем задачей локализации коррупции. Формализованная постановка задачи локализации коррупции в системе выглядит таким образом. Имеется некоторая организационная система с конечным числом экспертов  $m$ , которая считается реальной (в отличие от гипотетической системы, которая является идеализацией заданной – см. п. 1). Далее задается некоторая произвольная подсистема имеющейся системы с  $s$  ( $s \leq m$ ) экспертами. Тогда задача локализации коррупции может быть сформулирована следующим 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.

Задача локализации коррупции, как следует из приведенной ее постановки, принципиально не отличается от задачи обнаружения коррупции. Разница состоит только в размерности решаемой задачи: во втором случае эта размерность равна  $m \times n$  ( $m$  – число экспертов в рассматриваемой организационной системе,  $n$  – число показателей объекта, которые оценивают эксперты), в первом случае размерность задачи составляет  $s \times n$ ,  $s \leq m$  ( $s$  – число экспертов в рассматриваемой подсистеме заданной организационной системы с  $m$  экспертами,  $n$  – то же, что и во втором случае). Содержание же решаемой задачи в обоих случаях 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. 3), 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 выполнялись следующие требования:

1) коррупция оказалась локализованной на множестве с заданным достаточно малым числом экспертов;

2) потребное для этого число решаемых задач локализации было минимальным.

Для разбиения организационной системы на подсистемы, удовлетворяющего двум 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 числа экспертов. Выбор нужного разбиения на каждом шаге производится с учетом имеющейся начальной и получаемой в последующем информации о распределении коррупции в системе.

Алгоритм решения задачи локализации коррупции в системе состоит 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 имеющейся системы с  $m$  экспертами на несколько подсистем так, чтобы в каждой подсистеме оказалось не менее 2 и не более  $m-1$  экспертов.

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

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

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

.....

Работа 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.

Трудоёмкость приведенного алгоритма в наибольшей степени зависит от удачного разбиения организационной системы на подсистемы в процессе выполнения последовательных шагов этого алгоритма. В связи с этим приведем правила разбиения для возможных типичных случаев.

**Случай 1.** Имеется предварительная информация о том, что в рассматриваемой системе в точности один эксперт (неизвестно, кто) является коррупционером. В этом случае на 1-м шаге алгоритма разобьем систему на две подсистемы с (по возможности) равным числом экспертов. На 2-м шаге (если предварительная информация о системе верна) выделяем 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 только 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 трехшаговых циклов неопределенность (число экспертов в подсистеме, заведомо содержащей коррупционера) уменьшается вдвое, что обеспечивает локализацию эксперта-коррупционера в пределах подсистемы из 2 экспертов за  $\log_2 m - 1$  циклов, то есть 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 организационной системы на соответствующих 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.** Имеется 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) двумя экспертами в каждой. На 2-м шаге (если предварительная информация о системе верна) полу-

чаем множество  $M_1$  подсистем с двумя экспертами, каждая из которых содержит коррупционеров, и пустые множества  $M_2$  и  $M_3$  подсистем, не содержащих коррупционеров. Потребности в выполнении 3-го шага нет, ввиду отсутствия множеств  $M_2$  и  $M_3$ . Локализация  $m$  коррупционеров в пределах  $m/2$  подсистем из 2 экспертов выполнена. Число потребных для этого шагов оказалось равным 2, но на 2-м шаге потребовалось  $m/2$  операций обнаружения коррупции в  $m/2$  подсистемах, так что общее потребное число операционных шагов составило  $1+m/2$ . Это число – минимальное, достигнутое благодаря оптимальному разбиению системы на 1-м шаге алгоритма. (Если предварительная информация о системе была неверна, то есть реально только часть экспертов коррумпированы, то в этом случае можно было предложить лучшее разбиение системы, ведущее к уменьшению общего потребного числа операционных шагов алгоритма.)

**Случай 3.** Имеется предварительная информация, что в рассматриваемой системе ровно два эксперта (неизвестно кто) коррумпированы. В этом случае на 1-м шаге алгоритма разбиваем систему на две подсистемы с возможно более равным числом экспертов – как в случае 1. На 2-м шаге в худшем случае, с точки зрения получающейся неопределенности (если предварительная информация о системе верна), будем иметь множество  $M_1$  из двух указанных подсистем, каждая из которых коррумпирована (в нашем случае – содержит по 1 коррумпированному эксперту) и два пустых множества  $M_2$  и  $M_3$  подсистем, не содержащих коррупционеров; 3-й шаг 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 из подсистем составит  $3(\log_2 \frac{m}{2} - 1) = 3(\log_2 m - 2)$  шагов алгоритма, так что общая трудоемкость, с учетом трудозатрат на 2-м шаге, равна  $2 + 2 \cdot 3(\log_2 m - 2) = 6\log_2 m - 10$ .

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

Изложенный подход к локализации коррупции в организационной системе позволяет локализовать коррупцию лишь с точностью до подсистем, содержащих двух экспертов. Другими 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

$$\begin{vmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & \dots & b_{2n} \end{vmatrix}. \quad (15)$$

Как следует из матрицы (15), средние по всем  $n$  показателям оценки объекта, даваемые 1-м и 2-м экспертами,

$$b_{1cp} = \sum_{j=1}^n b_{1j} / n, \quad b_{2cp} = \sum_{j=1}^n b_{2j} / n. \quad (16)$$

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

1. По формулам (16) вычисляются средние экспертные оценки объекта  $b_1$  и  $b_2$ , даваемые 1-м и 2-м экспертами.

2. Вычисляется относительное расхождение между оценками  $b_{1cp}$  и  $b_{2cp}$

$$\delta = |b_{1cp} - b_{2cp}| / \min(b_{1cp}, b_{2cp}). \quad (17)$$

3. Назначается некоторое пороговое достаточно малое значение  $\delta_0$  показателя  $\delta$ , превышение которого можно обоснованно трактовать как объективное свидетельство коррумпированности одного из двух экспертов. Тогда, если окажется  $\delta > \delta_0$ , то будем считать, 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, то есть дает меньшую из оценок  $b_1, b_2$ . Конечно, 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 следует считать эксперта, давшего большую из оценок  $b_1, b_2$ . Выделение одного из двух, заведомо коррумпированного эксперта, не означает, что второй эксперт некоррумпирован. Однако вопрос о его возможной коррумпированности должен решаться уже иначе – на основании только информации о работе данного эксперта.

Изложим еще один упрощенный вариант описанного выше приема. Пусть оценки 1-го эксперта системы с двумя экспертами доминируют над оценками 2-го эксперта, то есть строки матрицы экспертных оценок системы (15) находятся в отношении

$$b_{1j} \geq b_{2j}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (18)$$

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

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

$$\{d_{j_1k}, d_{j_2s}, \dots, d_{j_pl}\} \Rightarrow d_{j_qt}. \quad (19)$$

Следствие (19) означает, что, исходя из логики и здравого смысла, любой эксперт, оценивший  $j_1$ -й показатель объекта оценкой  $k$ ,  $j_2$ -й показатель оценкой  $s$ , ...,  $j_p$ -й показатель оценкой  $l$ , обязан оценить  $j_q$ -й показатель оценкой  $t$ . Например, если эксперт, оценивающий представленный на конкурс научный проект, поставил ему высшие возможные оценки по показателям «Научный интерес цели исследования», «Разработка новых методов исследования», «Новизна и оригинальность решения», «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 логически грамотные заключения, подобные приведенному, доступны даже школьникам.

## 5. Задача измерения и обнаружения коррупции при сложном объекте

Усложним теперь задачи, поставленные в п. 1 и решенные выше в пп. 2–4. 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. То есть каждый  $i$ -й эксперт,  $i = \overline{1, m}$ , оценивает каждый  $j$ -й показатель  $k$ -го объекта,  $j = \overline{1, n_k}$ ,  $k = \overline{1, N}$ , выбирая одно из  $r_{jk}$  возможных значений этого показателя, задаваемых множеством значений

$$A_{jk} = \{a_{j_1}^k, a_{j_2}^k, \dots, a_{j_{r_{jk}}}^k\}, \quad j = \overline{1, n_k}, \quad k = \overline{1, N}. \quad (20)$$

В результате проведения экспертизы получается набор матриц экспертных оценок

$$B_k = \left\| \begin{array}{ccc} b_{11}^k & \dots & b_{1n_k}^k \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{m1}^k & \dots & b_{mn_k}^k \end{array} \right\|, \quad k = \overline{1, N}, \quad (21)$$

в которых  $b_{ij}^k$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n_k}$ , есть экспертная оценка, данная  $i$ -м экспертом  $j$ -му показателю  $k$ -го объекта. Таким образом, матрица  $B_k = \left\| b_{ij}^k \right\|$  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

$$B = \|B_1 B_2 \dots B_N\| = \left\| \begin{array}{ccc|ccc|ccc} b_{11}^1 & \dots & b_{1n_1}^1 & b_{11}^2 & \dots & b_{1n_2}^2 & \dots & b_{11}^N & \dots & b_{1n_N}^N \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1}^1 & \dots & b_{mn_1}^1 & b_{m1}^2 & \dots & b_{mn_2}^2 & \dots & b_{m1}^N & \dots & b_{mn_N}^N \end{array} \right\|, \quad (22)$$

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 (2) с матрицей (22), видим, что по смыслу они равноценны, так как в обеих любая  $i$ -я строчка матрицы 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. 2–5 ( $N=1$ ), и системами, рассматриваемыми теперь ( $N$  произвольно), лишь в их размерности: прежде матрица экспертных оценок системы  $B$  имела размерность  $m \times n$ , а 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 выше в пп. 1–4 систему, работающую с одним оцениваемым объектом, если в качестве матрицы экспертных оценок системы брать не матрицу (2), а матрицу (22). Отсюда следует, 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. 1–4.

Заметим, что в ситуации, когда каждый из  $N$  объектов оценивается лишь по одному показателю ( $n_1 = n_2 = \dots = n_N$ ), матрица экспертных оценок (22) принимает вид

$$B = \left\| \begin{array}{ccc} b_{11}^1 & b_{11}^2 & \dots & b_{11}^N \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1}^1 & b_{m1}^2 & \dots & b_{m1}^N \end{array} \right\| = \left\| \begin{array}{ccc} b'_{11} & b'_{12} & \dots & b'_{1N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b'_{m1} & b'_{m2} & \dots & b'_{mN} \end{array} \right\|, \quad \text{где } b'_{ij} = b_{i1}, \quad (23)$$

который по сути не отличается от матрицы экспертных оценок системы с одним объектом (2). Это естественно, поскольку суть выполняемой работы в случае оценки нескольких показателей одного объекта и в случае оценки нескольких объектов по одному показателю в каждом одна и та же.

**Случай 2.** Результаты работы экспертов организационной системы в виде матрицы (22) экспертных оценок всех показателей всех объектов всеми экспертами неизвестны. Известна, однако, 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 заключается 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 при помощи 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, сдающих экзамен преподавателю, можно разбить на несколько подмножеств по признаку их религиозной принадлежности (атеисты, православные, мусульмане и т.д.), причем этот признак не связан с показателем «уровень знаний», по которому преподаватель оценивает студентов. Значит, произведенное разбиение есть рассечение. Аналогично, множество поданных на конкурс проектов можно разбить на несколько подмножеств по признаку ведомственной принадлежности их заявителей, по признаку отношения заявителей к членам конкурсной комиссии и т.д. Идея метода рассечений очень проста. Предположим, что эксперты нашей организационной системы совместно выставили некоторую 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. Например, средние арифметические экзаменационных оценок студентов среди атеистов и православных будут практически совпадать между собой и со средней арифметической оценкой по всем студентам. Если же указанного совпадения не наблюдается, и интегральные оценки, вычисленные для отдельных подмножеств объектов, существенно отличаются от такой оценки для всего множества объектов, это свидетельствует о наличии коррупции среди экспертов.

Из сказанного выше вытекает 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, то есть в наибольшей возможной степени позволяло обнаружить и измерить уровень коррупции в системе.

2. Выбор 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 наборами индивидуальных оценок показателей, которые эксперты поставили в этих двух множествах объектов.

4. Вычисление интегральной оценки показателя имеющегося множества объектов, на основе данных об индивидуальных оценках показателей всех объектов, 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.

## 6. Примеры обнаружения, измерения и локализации коррупции

Ниже приведены два примера решения задач обнаружения, измерения и локализации коррупции в организационных системах с помощью предложенных методов. Оба примера 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 г. на конкурс грантов Всероссийского фонда «Честная наука» был представлен проект «Математические методы анализа процессов в условиях неопределенности». Проект был отвергнут фондом. По просьбе руководителя проекта, не согласившегося с таким решением, фонд прислал две экспертные анкеты, содержавшие результаты экспертизы проекта двумя экспертами. Фонд отклонил проект на основе этой экспертизы. Эксперт-анкеты приведены в табл. 2.

Здесь мы имеем организационную 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. 2–4).

Таблица 2

## Эксперт-анкета

№ п/п	Название показателя	Возможные оценки и баллы	Поставленные оценки	
			1-й эксперт	2-й 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 наличии возможности – 0; нет – «-»	1	1

Прежде всего, представим результаты работы экспертов, заданные табл. 2, в стандартной форме матрицы экспертных оценок (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 формуле (11) 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 матрицы  $B$  (то есть показателя в  $j$ -й строке табл. 2) принимают следующие значения:

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

В результате вычисления получаем

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

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

Методом п. 3 решим задачу обнаружения коррупции в системе. Выберем в качестве порога коррумпированности системы такое значение показателя  $k$  относительного уровня коррупции в системе:  $k_0 = 5 \%$ . Тогда, поскольку реальное значение показателя  $k > k_0$ , делаем заключение о наличии в системе коррупции. Более того, поскольку  $k \gg k_0$  (точнее,  $k/k_0 = 6,2$ , то есть имеем более чем шестикратное превышение допустимого уровня коррупции), мы вынуждены признать, что уровень коррупции в системе недопустимо большой.

Теперь методами п. 4 решим задачу локализации коррупции в системе, то есть определим, кто именно из двух имеющихся в системе экспертов коррумпирован. Воспользуемся приемом «сравнение двух экспертов».

1. По формулам (16), используя имеющуюся матрицу  $B$ , вычислим средние по всем 10 показателям оценки проекта, данные 1-м и 2-м экспертами:

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

2. По формуле (17) вычисляем относительное расхождение между найденными оценками:

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

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

3. Назначаем пороговое значение  $\delta_0$  показателя  $\delta$ , превышение которого будем трактовать как свидетельство коррумпированности одного из двух экспертов. Возьмем  $\delta_0 = 5 \%$ . Тогда имеем  $\delta = 66,6 \% > 5 \% = \delta_0$ , то есть  $\delta > \delta_0$ . 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. А как же эксперт 1, быть может, хоть он остался честным? Проверим его работу с помощью некоторого выделенного из его формуляра оценок (см. табл. 2) логического следствия типа (19). В качестве такого следствия возьмем очевидное утверждение

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

в левой части которого стоят 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. Однако 1-й эксперт не выполнил этого элементарного требования логики и вместо положенной заключительной оценки  $d_{10,2}$  поставил оценку  $d_{10,1}$ , то есть занизил оценку итогового 10-го показателя вдвое. Поэтому его, как и 2-го эксперта, следует считать коррумпированным, хотя и не в такой степени, поскольку большинство неитоговых показателей он не занизил.

Итак, наугад выбранный проект, поданный на конкурс грантов фонда «Честная наука», оказался на проверке у пары экспертов, которые оба коррумпированы. Читатель, чувствуя статистические закономерности, вероятно, согласится с тем, что теперь, по крайней мере, первое слово в названии фонда должно быть поставлено под сомнение.

**Пример 2.** В 2006 г. в одном из российских вузов – Тьмутараканском государственном техническом университете – был проведен конкурс грантов на научные исследования. На конкурс было представлено 20 проектов. Конкурсная комиссия из 10 человек провела конкурс в два тура. На 1-м туре комиссия оценивала представленные проекты на основе полученной проектной документации, давая коллективную оценку каждого из 20 проектов. После ранжирования всех проектов по полученным ими оценкам 12 лучших проектов 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, причем 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 сомнение: среди 20 представленных проектов 5 принадлежали 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 мы имеем организационную систему из  $m = 10$  экспертов (членов комиссии), оценивающих  $N = 20$  объектов – представленные на конкурс проекты. При этом, хотя каждый проект оценивался по некоторому набору показателей, полная матрица экспертных оценок всех показателей всех проектов всеми экспертами вида (22) нам неизвестна. Однако 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. 5). Используем описанный выше в п. 5 (случай 2) 7-шаговый алгоритм.

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

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

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

4 и 5. Вычисляем 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. Из них до статуса победителя конкурса дошли 8, 5 и 3 проекта соответственно. Таким образом,

$$\begin{aligned} I(\Pi) &= 8/20 = 0,4 = 40\%, \\ I(\Pi_{\text{сотр}}) &= 3/15 = 0,2 = 20\%, \\ I(\Pi_{\text{чл}}) &= 5/5 = 1 = 100\%. \end{aligned}$$

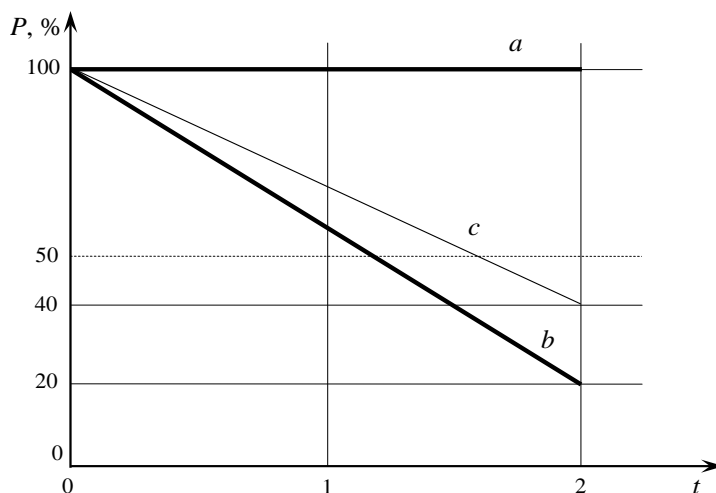
6. Сравниваем интегральные оценки, вычисленные на шагах 4 и 5, путем подсчета их относительных отклонений:

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

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

7. В качестве показателя уровня коррупции в системе  $K$  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%.

На рис. 1 представлены оперативные характеристики конкурсного процесса. Кривые показывают динамику отсева проектов. Из рисунка хорошо видно, что конкурсная комиссия использовала в работе две принципиально различные стратегии: максимально возможный отсев «чужих» проектов, поданных простыми



**Рис. 1. Доля  $P$  проектов, продолжающих участвовать в конкурсе, поданных:**  
*a* – членами комиссии; *b* – простыми сотрудниками; *c* – в целом;  
 0 – старт; 1 – конец 1-го тура; 2 – конец 2-го тура

сотрудниками (кривая *b*), и максимально возможное (здесь – 100 %) сохранение «своих» проектов, поданных самими членами 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 весьма пристойно: 40 % поданных работ получили грант. Это лишний 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 к России. Однако сложившееся положение не безнадежно. Коррупционеры, как бы они ни старались, всегда оставляют следы своей деятельности. Нужно лишь, применяя подходящие методы, включая математические, расшифровать эти следы и использовать результаты в борьбе с угрожающим нам всем злом. Представленные в данной статье простые математические методы могут внести свой вклад в эту область.

#### *Список литературы*

1. Hornby, A.S. Oxford Advances Learner's Dictionary of Current English / A.S. Hornby. – Oxford : Oxford University Press, 1988. – 1041 p.
2. Калинин, Б.Ю. Политолого-методологические аспекты проблем коррупции в современной России / Б.Ю. Калинин, С.В. Калинина, Э.В. Сумачев // Социология социальных трансформаций : сб. науч. тр. / Нижегород. гос. ун-т. – Н. Новгород, 2003. – С. 56–69.
3. Левин, В.И. Проблема коррупции в современной России: положение и перспективы решения / В.И. Левин // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2004. – Т. 10, № 3. – С. 831–839.
4. Локшина, С.М. Краткий словарь иностранных слов / С.М. Локшина. – М. : Русский язык, 1977. – 250 с.
5. Ожегов С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов. – М. : Русский язык, 1984. – 797 с.
6. Словарь иностранных слов. – М. : Русский язык, 1989. – 624 с.

---

### Mathematical Problem of Detection and Measurement of Corruption. Corrumetry

V.I. Levin

*Penza State Technological Academy, Penza*

**Key words and phrases:** corruption; mathematical modeling.

**Abstract:** The problem of mathematical modeling, measurement and detection of corruption is formulated. The model of corrupted system is constructed. Methods of measuring and detecting corruption are offered. Real examples of solving the problem are given.

## **Matematische Aufgabe des Entdeckens und der Messung der Korruption. Korrumentrie**

**Zusammenfassung:** Es ist das Problem der mathematischen Modellierung, der Messung und des Entdeckens der Korruption abgefasst. Es ist das Modell des korrumpierten Systems gebaut. Es sind die Methoden der Messung und des Entdeckens der Korruption angeboten. Es sind die realen Beispiele der Aufgabenlösung angeführt.

---

### **Problème mathématique de la détection de la corruption. Corrumétrie**

**Résumé:** Est formulé le problème du modélage mathématique, de la mesure et de la détection de la corruption. Est construit le modèle du système de corrupteur. Sont proposées les méthodes de le mesure et de la détection de la corruption. Sont cités les exemples réels de la solution du problème.

---