

УДК 004.056.53

**Ю.Е. Коляда (д-р техн. наук, проф.), Е.В. Меркулова (канд. техн. наук, доц.),  
С.В. Кривенко (канд. техн. наук, доц.)**

Мариупольский государственный университет г. Мариуполь  
E-mail: y.kol@ukr.net, k.merkulova@mdu.in.ua, ksv\_pgtu@rambler.ru

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

*На основе фундаментальной теоремы факторного анализа разработана математическая модель оценки рисков для защиты информационной деятельности предприятия, учитывающая не только множественную корреляцию между наблюдаемыми величинами, но и посредством невидимых, гипотетических факторов в виде источников утечки информации, не поддающихся непосредственным наблюдениям и измерениям. Модель исследована в условиях обмена информацией между основными подразделениями Мариупольского морского порта при выполнении очередных производственных задач. Максимальные риски потери информации 69,1 % возникают при максимальном количестве сотрудников, а минимальные обусловлены загрузкой подразделения.*

**Ключевые слова:** факторный анализ, защита информации, риски, потери, корреляционная матрица, скрытый фактор.

**Общая постановка проблемы.** Оценка рисков для защиты информационной деятельности предприятия является в настоящее время актуальной проблемой [1 – 3]. Причина состоит в том, что источниками потери и утечки информации являются трудно определяемые, скрытые для прямых контактов объекты и субъекты [4 – 7]. В этой связи возникает вопрос оценки рисков для обеспечения безопасности информационной деятельности предприятия в случае существования незаконных источников получения информации, проходящей между подразделениями предприятия исключительно в своих целях.

**Постановка задач исследования.** Целью работы является оценка источников и причин утечки информации в условиях влияния явных и скрытых факторов. Для достижения поставленной цели математически сформулирован метод, базирующийся на многомерном статистическом и факторном анализе.

**Математическая постановка задачи.** В качестве незаконных источников существования и использования в своих целях производственной информации рассмотрены явные и скрытые факторы. Для установления скрытых факторов предложено использовать математическую модель на основе многомерного статистического анализа, казалось бы, хаотических наблюдаемых величин и формировании на их основе корреляционной матрицы [8 – 10]. Предполагается, что имеющая место множественная корреляция между наблюдаемыми величинами обусловлена не только их взаимными связями, но и посредством невидимых, гипотетических факторов в виде источников утечки информации, не поддающихся непосредственным наблюдениям и измерениям. При этом необходимо установить и выделить источники утечки информации по данным статистических наблюдений. Количество факторов может быть значительно меньше количества наблюдаемых величин. Это позволит упорядочить кажущуюся хаотичность протекающих процессов путем сжатия информации и поможет создать более адекватную модель явлений и связей, протекающих в системе и глубже понять их суть.

Приведенные производственные показатели представляют собой кажущиеся хаотичные наблюдаемые величины, или переменные. Алгоритм обработки переменных осуществлялся в

соответствии с методикой факторного анализа, описанной в [10]. В частности, исходные данные были представлены в виде матрицы переменных  $Y = (y_{ij})$ , где  $i = 1, 2, \dots, m$  относится к производственным переменным, а  $j = 1, 2, \dots, n$  - к подразделениям. Коэффициент корреляции между двумя переменными  $i$  и  $k$  вычислялся по известной формуле:

$$r_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)(y_{kj} - \bar{y}_k)}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 \sum_{j=1}^n (y_{kj} - \bar{y}_k)^2}} = \frac{s_{ik}}{s_i s_k}, \quad (1)$$

где  $\bar{y}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_{ij}$  - среднее значение;  $s_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}$  - стандартное отклонение,

аналогично и для  $s_k$ ;  $s_{ik} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)(y_{kj} - \bar{y}_k)$  - ковариация.

Элементы матрицы  $Y$  преобразованы к стандартизованным или нормированным переменным с соответствующим матрице  $Z = (z_{ij})$ , элементы которой имеют вид:

$$z_{ij} = \frac{y_{ij} - \bar{y}_i}{s_i}. \quad (2)$$

При этом матрица  $Z = (z_{ij})$  удовлетворяет следующим условиям:

$$\begin{aligned} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_{ij} &= 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; \\ \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n z_{ij}^2 &= 1; \quad i = 1, 2, \dots, m. \end{aligned}$$

Все средние значения переменных матрицы  $Z$  равны нулю, а все дисперсии - единице, тогда в стандартизованных переменных формула (1) упрощается:

$$r_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n (z_{ij} z_{kj})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n z_{ij}^2 \cdot \sum_{j=1}^n z_{kj}^2}} = s_{ik} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n z_{ij} z_{kj}. \quad (3)$$

Из формулы (3) следует, что для стандартизованных переменных коэффициенты корреляции и ковариации равны. Переход к стандартизованным переменным позволяет получить еще одно важное соотношение:

$$\frac{1}{n-1} Z \cdot Z' = R = S, \quad (4)$$

где  $R$  и  $S$  - корреляционная и ковариационная матрицы соответственно;  $Z'$  - транспонированная матрица стандартизованных переменных.

Целью любого метода факторного анализа является представление величин  $z_{i,j}$ , элементов матрицы  $Z$  в виде линейной комбинации нескольких гипотетических переменных, или факторов. В данном случае можно предположить, что гипотетические факторы представлены в виде источников утечки информации, число которых равно  $r$ . Тогда справедливо соотношение:

$$z_{i,j} = a_{i1}p_{1j} + a_{i2}p_{2j} + \dots + a_{ir}p_{rj}, \quad (5)$$

где  $a_{il}$  – постоянные коэффициенты, которые следует определить;  $p_{lj}$  – значения факторов в  $j$ -го подразделения, которые также неизвестны.

Равенство (5) выражает основную модель факторного анализа. Соотношение (5) в матричной форме может быть представлено в виде:

$$Z = AP. \quad (6)$$

$Z$  является матрицей стандартизованных переменных – исходных данных, порядка  $m \times n$ .  $A = (a_{il})$  является неизвестной матрицей порядка  $m \times r$ . Она называется факторным отображением, а ее элементы (коэффициенты  $a_{il}$ ) – факторными нагрузками.  $A$  является матрицей коэффициентов регрессии факторов по переменным.  $P = (p_{lj})$  – неизвестная матрица порядка  $r \times n$  значений всех факторов или факторные значения.

Таким образом, в уравнении (6) известна лишь матрица  $Z$ , а матрицы  $A$  и  $P$  – неизвестные. Уравнение (6) без введения дополнительных ограничений имеет бесконечное множество решений. Эти ограничения для всех методов факторного анализа сводятся к следующим. Отдельные наблюдаемые значения являются линейной комбинацией гипотетических, ненаблюдаемых или скрытых переменных, называемых факторами, которые не могут быть обнаружены в процессе наблюдения. Тогда подставив в равенство (6), являющееся основной моделью факторного анализа, уравнение (4), получим:

$$R = \frac{1}{n-1} ZZ' = \frac{1}{n-1} AP(AP)' = \frac{1}{n-1} \cdot APP'A' = A \frac{1}{n-1} PP'A'. \quad (7)$$

Теперь по аналогии с формулой (4) можно утверждать, что выражение  $\frac{1}{n-1} P \cdot P' = C = (c_{ip})$  является корреляционной матрицей, отражающей связи между факторами:

$$R = ACA'. \quad (8)$$

Если на равенство (8) наложить условие некоррелированности факторов, т.е. постулируются ортогональные факторы, то матрица  $C = 1$  становится единичной, и тогда (8) будет иметь вид:

$$R = AA'. \quad (9)$$

Соотношения (8) и (9) называют фундаментальной теоремой факторного анализа. Она утверждает, что корреляционная матрица может быть воспроизведена с помощью факторного отображения и корреляций между факторами, если таковые имеются. В дальнейшем будем предполагать ортогональность факторов. Таким образом, соотношения (4), (6) и (9) позволяют найти неизвестные матрицы  $A$  и  $P$ , воспроизвести корреляционную матрицу путем сжатия информации, что позволит установить влияние скрытых факторов на конкрет-

ные подразделения предприятия и работу его в целом.

**Результаты исследований.** В настоящей работе исследуется процедура обмена информацией между основными подразделениями крупного предприятия в виде Мариупольского морского порта при выполнении очередных производственных задач. Рассмотрено  $n$  ведущих подразделений, которые оперируют  $m$  наиболее важными производственными показателями. В данном случае количество наблюдаемых в порту подразделений  $n = 15$ :

1. Предприятие, не входящее в состав порта, но занимающееся вопросами порта.
2. Отдел взаиморасчетов с клиентами.
3. Отдел контроля поступающих грузов.
4. Валютно-финансовый отдел.
5. Отдел учета расходов.
6. Отдел учета разных видов материалов (материальный отдел, топливный, запчасти).
7. Отдел расчета заработной платы (з/п).
8. Отдел нормирования труда, з/п.
9. Отдел экономики и прогнозирования.
10. Логистика и маркетинг: продвижение товаров и освоение новых рынков, закрепление на старых рынках, выставки
11. Товарно-экспедиционная контора, контролирующая груз.
12. Планирование прихода и постановку суден, работа с железнодорожным транспортом.
13. Склады.
14. Структурные подразделения.
15. Остальные хозяйства, могут работать с другими предприятиями.

Количество производственных показателей  $m = 11$ :

1. Количество рабочих.
2. Загрузка подразделений, %.
3. Количество точек входа информации.
4. Количество обязательно переданных электронных документов.
5. Количество обязательно полученных электронных документов.
6. Количество вторично переданных электронных документов.
7. Количество вторично полученных электронных документов.
8. Операционный цикл, с.
9. Время передачи информации, с.
10. Общее количество пропущенных рабочих дней, сут.
11. Расход электроэнергии, кВт·ч.

Тогда матрица наблюдаемых количественных элементов (количественных признаков системы), имеющая размерность  $n \times m$ , представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица производственных показателей

Подразделения	Показатели										
	1 v.1	2 v.2	3 v.3	4 v.4	5 v.5	6 v.6	7 v.7	8 v.8	9 v.9	10 v.10	11 v.11
1	36	0,55799	11,5	2	19	2	18	5	527614	0	-201039
2	20	2,36273	2	17	3	16	4	1	1241172	-41	-5114
3	12	3,37158	1	0	15	2	1	0	1062680	-118	-658
4	16	8,78952	4,5	8	3	9	6	5	3693793	-118	-4091
5	6	25,9947	4	9	13	7	12	3	4096596	-43	-1534
6	9	11,7576	1	2	10	1	8	0	2779378	-64,8	-2301
7	13	8,5943	15	10	1	7	3	0	2934548	-93	-3324
8	6	1,32908	2	4	11	0	9	0	209448	-81	-1534
9	10	0,26508	4	3	12	8	7	0	69628	-72	-2557
10	2	0,44938	1	2	2	1	4	1	23607	-180	-512
11	10	6,27158	2	3	4	1	11	1	1647271	-58	-3301
12	16	5,28938	3	3	1	6	2	0	2222868	-72	-4000
13	34	1,02072	3	4	0	5	0	0	911538	-94	-1430
14	75	6,32868	3	6	2	11	4	0	12467012	-1372	-133778
15	192	17,6177	27	48	25	31	18	6	34140278	-6470	-487158

Задача решалась численно с применением программы «Статистика. Факторный анализ». Ниже приведены результаты полученных вычислений. В таблице 2 представлена корреляционная матрица исходных данных – наблюдаемых величин.

Таблица 2 – Корреляционная матрица исходных данных

Variable	Correlations (Port_1.sta) Casewise deletion of MD N=15										
	v.1	v.2	v.3	v.4	v.5	v.6	v.7	v.8	v.9	v.10	v.11
v.1	1,00	0,33	0,80	0,87	0,52	0,85	0,47	0,54	0,97	-0,97	-0,95
v.2	0,33	1,00	0,37	0,48	0,33	0,40	0,41	0,42	0,51	-0,41	-0,30
v.3	0,80	0,37	1,00	0,82	0,55	0,72	0,57	0,63	0,78	-0,80	-0,85
v.4	0,87	0,48	0,82	1,00	0,47	0,94	0,47	0,58	0,90	-0,91	-0,81
v.5	0,52	0,33	0,55	0,47	1,00	0,34	0,76	0,56	0,50	-0,56	-0,67
v.6	0,85	0,40	0,72	0,94	0,34	1,00	0,30	0,51	0,86	-0,85	-0,75
v.7	0,47	0,41	0,57	0,47	0,76	0,30	1,00	0,74	0,47	-0,49	-0,67
v.8	0,54	0,42	0,63	0,58	0,56	0,51	0,74	1,00	0,53	-0,53	-0,67
v.9	0,97	0,51	0,78	0,90	0,50	0,86	0,47	0,53	1,00	-0,98	-0,90
v.10	-0,97	-0,41	-0,80	-0,91	-0,56	-0,85	-0,49	-0,53	-0,98	1,00	0,92
v.11	-0,95	-0,30	-0,85	-0,81	-0,67	-0,75	-0,67	-0,67	-0,90	0,92	1,00

Из табл. 2 следует, что между ними наблюдаются корреляционные связи от слабой до умеренной (значимой) с  $|0,3| < r_{ij} < |0,97|$ . Данная корреляционная таблица достаточно информативна. Из анализа результатов, приведенных в табл. 3 видно, что имеются как положительные, так и отрицательные коэффициенты корреляции.

Далее осуществлялось введение скрытых факторов, устанавливающих связь между кажущимися хаотичными, наблюдаемыми показателями. Для этого определялись матрицы  $A$  и  $P$  – матрицы факторных нагрузок и значений соответствующих факторов. Для большей наглядности рассматривались лишь два фактора  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ . Эти факторы являются общими (фактор считается общим, если хотя бы две его нагрузки отличны от нуля). В табл. 3 представлена воспроизведенная корреляционная матрица, полученная путем факторного отображения.

Таблица 3 – Воспроизведенная матрица

Variable	Reproduced Correlations (Port_1.sta) Extraction: Principal components										
	v.1	v.2	v.3	v.4	v.5	v.6	v.7	v.8	v.9	v.10	v.11
v.1	0,94	0,43	0,83	0,93	0,49	0,90	0,46	0,57	0,95	-0,95	-0,89
v.2	0,43	0,29	0,45	0,43	0,44	0,36	0,46	0,45	0,44	-0,44	-0,49
v.3	0,83	0,45	0,77	0,82	0,58	0,75	0,58	0,63	0,83	-0,84	-0,84
v.4	0,93	0,43	0,82	0,92	0,49	0,88	0,46	0,56	0,93	-0,93	-0,87
v.5	0,49	0,44	0,58	0,49	0,75	0,36	0,82	0,73	0,50	-0,51	-0,65
v.6	0,90	0,36	0,75	0,88	0,36	0,88	0,31	0,44	0,90	-0,90	-0,80
v.7	0,46	0,46	0,58	0,46	0,82	0,31	0,90	0,78	0,47	-0,48	-0,65
v.8	0,57	0,45	0,63	0,56	0,73	0,44	0,78	0,72	0,57	-0,58	-0,69
v.9	0,95	0,44	0,83	0,93	0,50	0,90	0,47	0,57	0,95	-0,95	-0,89
v.10	-0,95	-0,44	-0,84	-0,93	-0,51	-0,90	-0,48	-0,58	-0,95	0,95	0,90
v.11	-0,89	-0,49	-0,84	-0,87	-0,65	-0,80	-0,65	-0,69	-0,89	0,90	0,90

Сумма ее диагональных элементов, или общность, для двух выбранных факторов составляет величину примерно равную 8,97 при полной дисперсии равной 11 (пять показателей). Это означает, что с помощью двух рассматриваемых скрытых факторов может проходить утечка более 81% информации о производственных процессах и явлениях (см. табл. 4). Причем, благодаря наличию первого фактора происходит утечка более 69,1 % общей информации, а за счет второго – более 12,4 %.

Таблица 4 – Общность двух выбранных факторов с утечкой информации

Eigenvalues (Port_1.sta)				
Extraction: Principal components				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	7,607646	69,16042	7,607646	69,16042
2	1,370707	12,46097	8,978353	81,62139

Важная информация о связях факторов и наблюдаемых переменных может быть получена с помощью геометрической интерпретации факторного анализа. В частности, при двух факторах можно перейти в двумерное пространство общих факторов. Для данной задачи эти результаты представлены на рис. 1. По осям абсцисс и ординат отложены нормированные факторы  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ . Значения каждой переменной в факторном пространстве соответствуют точке, координатами которой являются соответствующие факторные нагрузки. Следует отметить, что расположение переменных в факторном пространстве может быть так же представлено векторами с соответствующими проекциями.

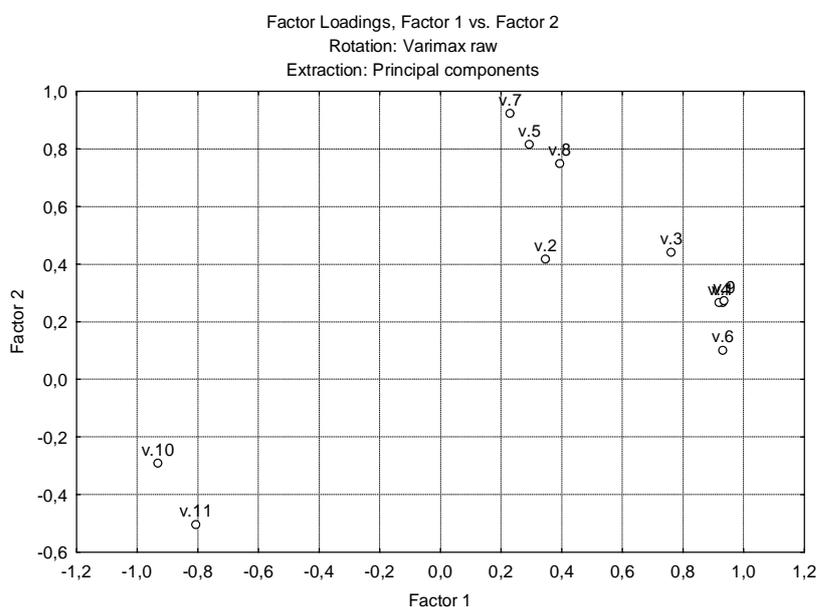


Рисунок 1 – Двумерное пространство общих факторов

Из анализа представленной двумерной факторной структуры следуют важные выводы. Разные показатели работы подразделений имеют максимальные проекции на тот или иной фактор. Эти обстоятельства указывают на существование каналов утечки информации. Из сказанного следует, что минимальная потеря информации происходит от производственного показателя с номером 2. Восстановленный диагональный элемент для этого показателя вместо 1 (см. табл. 1) два фактора обеспечили минимальное значение лишь 0,29 (см. табл. 2). Причина состоит в том, что из рис. 1 следует: этот показатель имеет минимальный модуль вектора от начальной координаты системы  $\Phi_1\Phi_2$ .

Важнейшим является вопрос связи факторов (т.е. источников получения производственной информации) именно с подразделениями предприятия. Этот результат представлен на рис. 2. Смысл графика можно трактовать следующим образом. Подразделения 1, 14 и особенно 15 имеют максимальные связи с фактором 1. Именно эти подразделения обусловлены основным потоком потери информации. Как следует из таблицы 1 (матрицы производственных показателей) максимальная утечки информации обусловлена количеством сотрудников. Подразделения 1, 14 и 15 содержат максимальное число сотрудников: 36, 75 и 192 человека соответственно.

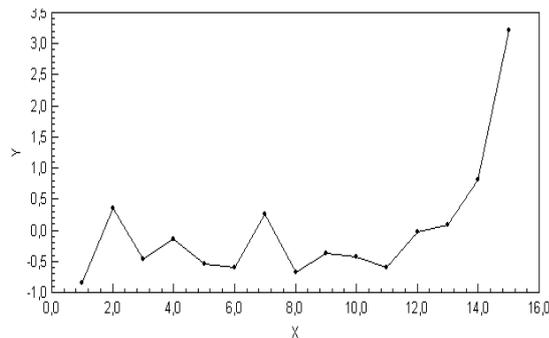


Рисунок 2 – Связь фактора 1 с подразделениями предприятия

### Выводы.

1. Предложенная математическая модель оценки источников и причин утечки информации позволила оценить потерю информации для производственных показателей и для подразделений предприятия. Для определения влияния остальных производственных показателей и подразделений предприятия на указанные факторы естественно необходимо проведение дальнейших исследований по предложенной модели. Экспериментально установлено, что максимальная утечка информации 69,1 % обусловлена количеством сотрудников, а минимальная – загрузкой подразделения.

2. Предложен и продемонстрирован метод, базирующийся на многомерном статистическом анализе, и факторном анализе, в частности, который может быть использован и получить дальнейшее развитие при оценке рисков для защиты информационной деятельности предприятия.

### Перечень использованной литературы

1. Плетнев, П.В. Методика оценки рисков информационной безопасности на предприятиях малого и среднего бизнеса / П.В. Плетнев, В.М. Белов // Доклады ТУСУРа. – 2012. – № 1 (25), Ч.2. – С. 83 – 86.
2. Замула, А.А. Анализ моделей оценки рисков информационной безопасности для построения системы защиты информации / А.А. Замула, А.В. Северинов, М.А. Корниенко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 2(15). – С. 133 – 138.
3. Баранова, Е.К. Методики анализа и оценки рисков информационной безопасности / Е.К. Баранова // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. – № 1(9). – С. 73 – 79.
4. Домарев, В.В. Управління інформаційною безпекою в банківських установах (Теорія і практика впровадження стандартів серії ISO 27k) / В.В. Домарев, Д.В. Домарев – Донецьк: Велстар. – 2012. – 146 с.
5. Корниенко, М.А. Модель оценки рисков информационной безопасности на основе теории нечетких множеств / М.А. Корниенко, Е.А. Островерхова // Материалы XVIII международного молодежного форума «Радио-электроника и молодежь в XXI веке». Т. 4 – Х.: ХНУРЭ. – 2014. – С. 279.
6. Корченко, А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения / А.Г. Корченко. – К.: МК-Пресс. – 2006. – 320 с.
7. Gourlay, J.S. A Mathematical Framework for the Investigation of Testing / J.S. Gourlay // IEEE Transactions on Software Engineering. – 1983, Vol. SE-9, No. 6. – P. 686 – 709.
8. Андерсон, Т. Введение в многомерный статистический анализ / Т. Андерсон. – М.: Физматгиз. – 1963. – 500 с
9. Иберла, К. Факторный анализ / К. Иберла. – М.: Статистика. – 1980. – 398 с.
10. Kolyada, Yu. The Influence Factors of Economic Indicators of State Development / Yu. Kolyada, T. Klebanova // Journal L Association 1901 «SEPIKE». – Osthoven, Deutschland; Poitiers, France. – 2013. – Part 2. – pp. 148 – 153.

## References

1. Pletnev, P.V. and Belov, V.M. (2012), "Metodika otsenki riskov informatsionnoy bezopasnosti na predpriyatiyah malogo i srednego biznesa", *Doklady TUSURa*, no. 1(25), part 2, pp. 83-86.
2. Zamula, A.A., Severino, A.V. and Kornienko, M.A. (2014), "Analiz modeley otsenki riskov informatsionnoy bezopasnosti dlya postro-eniya sistemyi zaschityi informatsii", *Nauka i tehni-ka povitryanih sil zbroynih sil Ukraini*, no. 2(15), pp.133-138.
3. Baranova, E.K. (2015), "Metodiki analiza i otsenki riskov informatsionnoy bezopasnosti", *Ob-razovatelnyie resursyi i tehnologii*, no. 1(9), pp. 73-79.
4. Domarev, V.V. and Domarev, D.V. (2012), *Upravlnnaya InformatsIynoyu bezpekoyu v bank-Ivskih ustanovah (TeorIya I praktika vprovadzheniya standartIv serIyi ISO 27k)* [Management of informal security in banking regulations (Theory and practice in the industry standard ISO 27k)], Velstar, Donetsk, Ukraine.
5. Kornienko, M.A. and Ostroverhova, E.A. (2014), "Model otsenki riskov informatsionnoy be-zopasnosti na osnove teo-rii nechetkih mnozhestv", *Materialyi XVIII mezhdunarodnogo molo-dezhnogo foruma «Radio-elektronika i molodezh v XXI veke»*, T. 4, pp.279.
6. Korchenko, A.G. (2006), *Postroenie sistem zaschityi informatsii na nechetkih mnozhestvah. Teoriya i prakticheskie resheniya* [Construction of information security systems on fuzzy sets. Theory and practical solutions], MC-Press, Kiev, Ukraine.
7. Gourlay, J.S. (1983), "A Mathematical Framework for the Investigation of Testing", *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. SE-9, No. 6, pp. 686-709.
8. Anderson, T. (1963), *Vvedenie v mnogomernyyi statisticheskiy analiz* [Introduction to multidimensional statistical analysis], Moscow, Russia.
9. Iberl, K. (1980), *Faktornyiy analiz* [Factor analysis], Statistika, Moscow, Russia.
10. Kolyada, Yu. and Klebanova, T. (2013), "The Influence Factors of Economic Indicators of State Development", *Journal L Association 1901 «SEPIKE»*, Osthoven, Deutschland, Poitiers, France, Part 2, pp.148-153.

Поступила в редакцію:  
25.05.2017

Рецензент:  
д-р техн. наук, проф. Зори А.А.

**Ю.Є. Коляда, Е.В. Меркулова, С.В. Кривенко**

**Маріупольський державний університет, м. Маріуполь**

**Математична модель оцінки ризиків для захисту інформаційної діяльності підприємства.** На основі фундаментальна теорема факторний аналіз розроблена математична модель оцінки ризиків для захисту інформаційної діяльності підприємства, яка враховує не тільки множинну кореляція між спостерігається величинами, а й за допомогою невидимих, гіпотетичні факторів у вигляді джерел витоку інформації, що не піддається безпосередні спостереження та вимірювання. Модель досліджена в умовах обміну інформацією між основними підрозділами Маріупольського морського порту під час виконанні чергових виробничих завдань. Максимальні ризики втрати інформації 69,1 % обумовлено великою кількістю співробітників, а мінімальні – завантаженням підрозділу.

**Ключові слова:** факторний аналіз, захист інформації, ризики, втрати, кореляційна матриця, прихований фактор.

**Yu. Kolyada, E. Merkulova, S. Krivenko**

**Mariupol State University, Mariupol**

**Mathematic model of risk assessment for the protection of the information activities of the enterprise.** On the basis of the fundamental theorem of factor analysis mathematical model of risk assessment for protection of the information activities of the enterprise, which takes into account

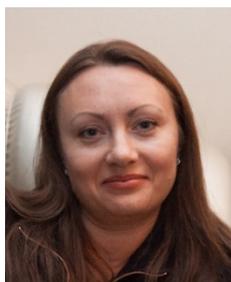
*the multiple correlation between the observed values, but also with an invisible, hypothetical factors as sources of leaks that are not amenable to direct observation and measurement, is designed. It is assumed that the known multiple correlation between the observed variables is due not only to their mutual relationships, but also by the unseen, hypothetical factors in the form of sources of information leakage, not amenable to direct observations and measurements. The sources of information leakage according to the statistical observation, you must install and select. A number of factors may be significantly less than the number of observed variables. This will streamline the apparent randomness of the processes by compressing the data and help to create more adequate model of the phenomena and relationships occurring in the system and a deeper understanding of their essence. The model is investigated in terms of exchange of information between the main units of the Mariupol sea port for the next production task. The proposed probability mathematical model to assess the sources and causes of leakage of information allowed us to estimate the loss of information for performance and for enterprise departments. To determine the impact of the other production indicators and divisions of the enterprise on these factors naturally further research on the proposed model is necessary. In our case, the number of observed in the port of divisions  $n = 15$ , the number of manufacturing indices  $m = 11$ . Important information on the relationship of the factors and the observed variables can be obtained using the geometric interpretation of factor analysis. In particular, with two factors it can move in two-dimensional space of common factors. The value of each variable in the factor space corresponds to the point coordinates which are the corresponding factor loadings. It should be noted that the location of variables in factor space can be represented by vectors with the corresponding projections. Maximum information revolution for 69.1% due to the number of employees, and the minimum – load units.*

**Key words:** factor analysis, information security, risk, loss, correlation matrix, latent factor.



**Коляда Юрий Евгеньевич**, Украина, закончил Харьковский государственный университет им. О. М. Горького, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий кафедрой математических методов и системного анализа Мариупольского государственного университета (г. Мариуполь, пр. Строителей, 129а).

Основное направление деятельности: системный анализ, защита информации, нанотехнологии.



**Меркулова Екатерина Владимировна**, Украина, закончила Донецкий государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент кафедры математических методов и системного анализа Мариупольского государственного университета (г. Мариуполь, пр. Строителей, 129а).

Основное направление деятельности: системы защиты информации, обработки изображений, поддержки принятия решений



**Кривенко Сергей Викторович**, Украина, закончил Приазовский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент кафедры математических методов и системного анализа Мариупольского государственного университета (г. Мариуполь, пр. Строителей, 129а).

Основное направление деятельности: защита информации, системы управления технологическими процессами и производством.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАУКОВІ ПРАЦІ  
ДОНЕЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

*Серія: «Обчислювальна техніка  
та автоматизація»*

*Всеукраїнський науковий збірник*

*Заснований у липні 1998 року*

*Виходить 1-2 рази на рік*

*№ 1(30)'2017*

Покровськ  
2017

УДК 681.5: 658.5: 621.3

Друкується за рішенням Вченої ради Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» (протокол № 14 від 22.06.2017 р.).

У збірнику опубліковано статті науковців, аспірантів, магістрів та інженерів провідних підприємств і вищих навчальних закладів України, в яких наведено результати наукових досліджень та розробок, виконаних у 2016–2017 роках у відповідності з напрямками: автоматизація технологічних процесів, інформаційні технології та телекомунікації, інформаційно-вимірювальні системи, електронні та мікропроцесорні прилади.

Матеріали збірника призначено для викладачів, наукових співробітників, інженерно-технічних робітників, аспірантів та студентів, які займаються питаннями розробки і використання автоматичних, інформаційних та електронних систем.

**Засновник та видавець** – Донецький національний технічний університет.

**Редакційна колегія:** Є.О. Башков, д-р техн. наук, проф., головний редактор; А.А. Зорі, д-р техн. наук, проф., заст. головного редактора, відп. за випуск; О.В. Вовна, д-р. техн. наук, доц., відп. секретар; О.Г. Воронцов, д-р техн. наук, проф.; Н.І. Чичикало, д-р техн. наук, проф.; О.А. Дмитрієва, д-р техн. наук, проф.; Є.Є. Федоров, д-р. техн. наук, доц.; А. Kinle, д-р техн. наук, проф.; О. Sawodny, д-р техн. наук, проф.; В.Я. Воропаєва, канд. техн. наук, доц.; В.П. Тарасюк, канд. техн. наук, доц.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації: серія КВ № 7376 від 03.06.2003 р.

Збірник включено до списку друкованих (електронних) періодичних наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Наказ Міністерства освіти і науки України № 241 від 09.03.2016 р.).