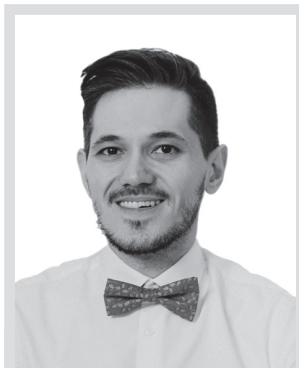


УДК 338.24.01

**Исследование и разработка математической модели оценки безопасности бизнеса****Шамсутдинов А. Ф.**

Кандидат химических наук,  
директор ООО «ЦИТ «Дельтаинком» (Казань)

**Шамсутдинов Т. Ф.**

Кандидат химических наук, доцент кафедры информационных технологий и систем автоматизированного проектирования Казанского государственного архитектурно-строительного университета, советник директора ООО «ЦИТ «Дельтаинком» (Казань)

**Тротт К. С.**

Магистр направления «Экономика»  
Санкт-Петербургского государственного экономического университета,  
аналитик отдела продаж ООО «ЦИТ «Дельтаинком» (Казань)

*Исследование посвящено проблеме проверки безопасности сотрудничества организаций с контрагентами. Вводится понятие комплексной безопасности, включающее как экономическую безопасность, так и риски иного сотрудничества с физическими и юридическими лицами, учитывающие массовость адреса организации и учредителей, аффилированность, прозрачность, исполнительность организаций и другие характеристики, отвечающие перечню Федеральной налоговой службы. Актуальность исследования заключается в построении уникальных регрессионных зависимостей, которые позволяют получать эффективный и достоверный автоматизированный рейтинг благонадежности компании, дающий основания для предотвращения нежелательного сотрудничества.*

*Ключевые слова: безопасность бизнеса, проверка контрагентов, математическая модель, скоринг, прозрачность бизнеса.*

**Предварительный анализ предмета исследования и отбор признаков (показателей) состояния предприятий**

Центр информационных технологий (ЦИТ) «Дельтаинком» [1] располагает возможностями получения информации по более, чем 50 источникам, среди которых ФНС, ЕГРП, Росстат, Бюро кредитных историй, Росправосудие, Федеральная служба

судебных приставов, Реестр недобросовестных поставщиков, Генпрокуратура, МВД. Из этих источников в качестве независимых переменных выбраны количественные признаки состояния предприятий  $x_i; i = \overline{1, 23}$  и качественные (бинарные) переменные  $z_j; j = \overline{1, 12}$ . Переменная  $z_{12}$  используется в качестве индикатора, является ли действующим предприятие и практически не используется в расчетах.

Перечень количественных переменных:

$x_1$  – количество лет существования организации на рынке, лет;

$x_2$  – количество организаций, зарегистрированных по данному адресу, ед.;

$x_3$  – количество учредителей и руководителей, чел.;

$x_4$  – количество других организаций, в которых те же учредители/руководители, ед.; если несколько учредителей/руководителей, то нужно проверить всех на наличие иных подозрительных аффилированных организаций;

$x_5$  – количество подозрительных организаций учредителей с минимальным количеством подозрительных организаций, шт.;

$x_6$  – количество подозрительных организаций учредителей с максимальным количеством подозрительных организаций, шт.;

$x_7$  – количество арбитражных дел в качестве истца, шт.;

$x_8$  – количество арбитражных дел в качестве ответчика, шт.;

$x_9$  – количество дополнительных видов деятельности, шт.;

$x_{10}$  – количество госконтрактов выигранных, ед.;

$x_{11}$  – количество госконтрактов размещенных, ед.;

$x_{12}$  – сумма по госконтрактам, выигранным, руб.;

$x_{13}$  – сумма по госконтрактам, размещенным, руб.;

$x_{14}$  – размер уставного капитала, руб.;

$x_{15}$  – количество дочерних компаний, ед.;

$x_{16}$  – частота смены учредителей и руководителей;

$x_{17}$  – количество заблокированных расчетных счетов, шт.;

$x_{18}$  – количество свидетельств, шт.;

$x_{19}$  – расстояние организации до г. Москва, км.;

$x_{20}$  – частота смены адреса;

$x_{21}$  – количество зарегистрированных товарных знаков, ед.;

$x_{22}$  – количество текущих исполнительных производств, шт.;

$x_{23}$  – количество погашенных исполнительных производств, шт.

Перечень целочисленных переменных:

$z_1$  – имеются ли иные (прочие, кроме истца и ответчика) арбитражи;

$z_2$  – нахождение в Реестре недобросовестных поставщиков;

$z_3$  – включение в «черный список» ЦБ РФ;

$z_4$  – наличие лиц – учредителей, находящихся в федеральном розыске МВД;

$z_5$  – наличие лиц-учредителей, разыскиваемых за совершение преступлений; связанных с оборотом наркотиков, по данным УФСКН;

$z_6$  – нахождение в статусе передачи владения собой (доли) юридическому лицу; которое в настоящее время находится в стадии ликвидации;

$z_7$  – нахождение в статусе передачи компанией, которая в настоящее время находится в стадии ликвидации, (доли) юридическому лицу;

$z_8$  – ликвидирована ли (статус);

$z_9$  – наличие задолженности выше допустимой;

$z_{10}$  – не предоставляет отчетность.

$z_{11}$  – организационно-правовая форма (1 (ООО), 2 (ОАО), 3 (ЗАО), 4 (ТСЖ), 5 (Иное)).

В качестве результативных показателей благонадежности предприятий рассмотрены 115 показателей, рекомендованных ФНС показателей  $y_i$ ;  $i = \overline{1, 15}$  [2]. Однако ЦИТ может получить информацию пока только по 17 переменным. Номер показателя отвечает его маркировке в перечне критериев благонадежности ФНС [2].

Перечень результативных финансовых показателей организаций:

$y_1$  – оценка адреса регистрации организации;

$y_6$  – оценка директоров/учредителей;

$y_{57}$  – оценка состояния учета в «чёрном списке» ЦБ РФ;

$y_{82}$  – оценка даты регистрации;

$y_{86}$  – оценка причастности к РНП;

$y_{96}$  – оценка состояния учета преступлений, связанных с оборотом наркотиков, по данным УФСКН России;

$y_{97}$  – оценка состояния учета Федерального розыска МВД;

$y_{90}$  – оценка исполнительных производств;

$y_{75}$  – оценка уникальности ИНН;

$y_{65}$  – оценка наличия арбитражных дел;

$y_{63}$  – оценка наличия госконтрактов;

$y_{10}$  – оценка размера уставного капитала;

$y_{66}$  – оценка наличия дочерних компаний;

$y_{12}$  – оценка частоты смены директоров/учредителей;

$y_{19}$  – оценка факта передачи владения собой (доли) юридическому лицу;

$y_{95}$  – оценка наличия заблокированных расчетных счетов;

$y_{55}$  – оценка наличия налоговой задолженности и предоставления отчетности.

В экспертную анкету было включено 115 результативных показателей благонадежности организаций (рекомендованных ФНС): 15 экспертов – специалистов ЦИТ «Дельтаинком» оценили существенность каждого показателя анкеты по десятибалльной шкале. Оценка надёжности результатов проведённой экспертизы проведена по критериям: альфа-Кронбаха, Гутмана и Спирмена-Брауна; согласованность оценок экспертов оценивалась по коэффициенту Кендалла. Результаты обработки экспертных анкет по 17 переменным приведены в третьем столбце таблицы 1 для старых переменных и в пятом столбце – для новых.

На основе аналогичных оценок специалистов был проведен факторный анализ.

Факторный анализ позволил сократить 117 показателей до 5 факторов (таблица 2), которые объединены в 5 групп по экономическому смыслу. Для

**Таблица 1**  
**Результаты оценки пригодности экспертных оценок**

Наименование процедуры оценки экспертных данных	Наименование критерия	ИСХОДНЫЕ <sup>1</sup> ( <i>k</i> = 17 и 4 эксперта)	НОВЫЕ ( <i>k</i> = 115 оценок и 15 экспертов)	НОВЫЕ <sup>2</sup> ( <i>k</i> = 17 и 15 экспертов)
1	2	3	4	5
Внутренняя надежность	Альфа Кронбаха	0,716	0,7 ↓	0,821 ↑
Интервал истинной надежности	Гутман	0,669-0,841	0,646(min) – 0,839 (max)	0,766-0,952 ↑
Расщепленная надежность	Спирмен-Браун	0,591/0,598	0,73/0,73 ↑	0,853 ↑
Статистика согласованности при значимости по критерию	Кендалла	0,283	0,4 ↑	0,376

<sup>1</sup> Ранее существовавшая и используемая система оценки безопасности бизнеса в компании, оценивалась 4 экспертами.

<sup>2</sup> Новая действующая система оценки безопасности бизнеса в компании (с 2016 г.), оценивалась 15 экспертами.

**Таблица 2**  
**Перечень выделенных общих факторов**

Выделенные общие факторы					
<i>F</i> <sub>1</sub>	<i>F</i> <sub>2</sub>	<i>F</i> <sub>3</sub>	<i>F</i> <sub>4</sub>	<i>F</i> <sub>5</sub>	<i>F</i> <sub>6</sub>
Финансово-налоговая прозрачность	Уникальность организации и вид деятельности	Движение финансовых потоков и репутации	Финансово-хозяйственные и организационно-правовые нарушения	Критические показатели деятельности, в т.ч. по банкротству и аффилированности	Показатели стабильности и исполнительности

улучшения согласованности, надежности экспертных оценок необходимо расширять перечень исследуемых переменных.

Учитывая группы факторов, необходимо улучшить результаты экспертного опроса. Это возможно за счет расширения перечня критериев благонадежности.

**Кластерный анализ**

Предварительный результат анализа состояния организаций (*x<sub>i</sub>, z<sub>j</sub>*) показал наличие существенного разброса этих показателей в организациях. Это может привести к значительному усложнению математической модели состояния организаций. Избежать этого можно, выделяя кластеры с однородными значениями показателей с последующим построением математических моделей благонадёжности организаций по каждому кластеру отдельно.

Поставим задачу выделения кластеров по показателям расстояния между признаками с выполнением следующих условий:

$$\sum_k \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \delta_{ij} d_{ij} \rightarrow \min$$

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (1-\delta_{ij}) d_{ij} \rightarrow \max, \tag{1}$$

где *k* – количество объектов;

*d<sub>ij</sub>* – расстояние между *i*-м и *j*-м объектами;

$\delta_{ij}$  – символ Кронекера, принимающий значение 1, если *i*-ый и *j*-ый объекты входят в один и тот же кластер; и значение 0, если не входят.

Для проведения кластерного анализа была использована стандартная процедура пакета прикладных программ (ППП) SPSS по иерархическому методу Уорда [3]. Этот метод направлен на объединение близко расположенных кластеров и «стремится» создавать кластеры малого размера. В качестве расстояния (при использовании иерархического метода Уорда) между кластерами берется прирост суммы квадратов расстояний объектов до центров кластеров, получаемый в результате их объединения. Для оценки

расстояний между кластерами используются методы дисперсионного анализа [4]. Кластерный анализ проведён по 1000 предприятий по всем исходным 17 очкам аналитики (1000×17). Метод Уорда способствует избавлению от единичных кластеров. По результатам кластерного анализа выделено 13 кластеров, перечень которых с их основными характеристиками приведён в таблице 3. Выделенные кластеры представляют собой однородные по группе организации, которые отражают благонадёжность организаций. Таким образом, предприятие, которое попадает в определенный кластер, уже может быть классифицировано по критерию благонадежности и другим закономерностям.

*i* – номер кластера;

*d<sub>i</sub>'* – среднее расстояние кластера *i*;

*n* – количество объектов внутри кластера (для первого приближения по 100 предприятиям);

*d'* – среднее расстояние для всех объектов и кластеров;

(*d<sub>i</sub>' · δ*) – среднее расстояние между всеми объектами, входящими в один кластер *i*;

(*d<sub>i</sub>' · δ*) – среднее расстояние между всеми объектами, входящими в один кластер;

$\delta_{ij}$  – символ Кронекера, принимающий значение 1, если *i*-ый и *j*-ый объекты входят в один и тот же кластер; и значение 0, если не входят;

Таблица 3

Основные характеристики 13-ти выделенных кластеров

Метод Уорда с расстоянием квадрата Евклида										
<i>i</i>	$d_i'$	<i>n</i>	$d'$	$d_i'/d'$	$(d_i' \cdot \delta) i$	$((d_i' \cdot \delta) i) / (d_i' \cdot \delta)$	$(d' \cdot \delta) \rightarrow \min$	$d \cdot (1 - \delta) \rightarrow \max$	$d \cdot (1 - \delta)_i$	$(d \cdot (1 - \delta)_i) / (d \cdot (1 - \delta))$
1	1700,4	12	969,07	1,7546332	22,182	0,9362609	23,6919	945,3788	1678,2	1,775
2	3173,0	3		3,2742709	6,000	0,2532509			3167,0	3,350
3	2446,3	8		2,5243625	34,000	1,4350885			2412,3	2,552
4	2840,7	4		2,9313307	20,667	0,8723087			2820,0	2,983
5	1591,6	17		1,642424	63,250	2,6696866			1528,4	1,617
6	2512,7	7		2,5928621	60,000	2,5325091			2452,7	2,594
7	2760,4	6		2,8485022	90,000	3,7987636			2670,4	2,825
8	2122,9	15		2,1906112	70,571	2,978713			2052,3	2,171
9	3162,0	5		3,2629198	39,750	1,6777873			3122,3	3,303
10	1548,9	17		1,5983096	69,500	2,9334897			1479,4	1,565
11	8444,0	2		8,7135025	22,000	0,9285867			8422,0	8,909
12	6014,0	2		6,2059455	26,000	1,0974206			5988,0	6,334
13	5228,0	2		5,3948592	6,000	0,2532509			5222,0	5,524

$d' \cdot (1 - \delta)$  – среднее расстояние между всеми объектами, не входящими в один кластер *i* (между кластерами).

Например, кластер № 1 отличается неоднородностью по переменной, отражающей информацию по исполнительным производствам и госконтрактам. Деятельность в кластере, как и рейтинг – разнородны. Форма собственности в основном – «ООО». Регион с максимальным рейтингом благонадежности – Московская область. Для кластера № 4 наблюдается относительная однородность оценок аналитики. Предприятия в кластере обладают высоким рейтингом благонадежности. Максимальный рейтинг достигнут в Чукотском автономном округе. Минимальный рейтинг принадлежит предприятиям из Новгородской и Томской областей. В кластере № 6 располагаются благонадежные компании, чей рейтинг – выше среднего. Одно из самых благонадежных предприятий было зафиксировано в Тульской области. Наименее добросовестные предприятия располагаются на больших расстояниях от Москвы и чаще всего с неблагонадёжностью по ОПФ в виде ЗАО и ТСЖ.

**Построение математической модели проверки благонадёжности предприятий**

Математическая модель благонадёжности предприятий состоит из 17 основных уравнений регрессии, представляющих математические зависимости результативных показателей благонадёжности предприятий от влияющих на них признаков благонадёжности. Было введено 17 уравнений зависимости для показателей и 13 уравнений для кластеров. Более того, было использовано еще одно резервное уравнение и уравнение, учитывающее коэффициенты значимости рассматриваемых критериев бла-

гонадежности на основе экспертных оценок. Выдвигаемая гипотеза исследования предполагает, что все закладываемые в модель независимые факторы  $x_i - z_j$  значимо влияют на формирование оценок аналитики  $u_i$  и на определение итогового рейтинга для кластеров  $Y_{BIRAN} K(y(x_i, z_j))$ .

Например,  $Y_{57}$  будет иметь более широкий смысл, а именно эта переменная теперь учитывает дополнительно региональный признак, налоговые нарушения (оценку «минимального уровня финансовой надёжности») (2).

$$Y_{57} = 1,027450 + 0,009608x_{17} + 0,000011x_{19} + 2,924737z_8 + 0,164300z_9 + e_{57} \quad (2)$$

где  $x_{17}$  – количество заблокированных расчетных счетов ЦБ РФ;

$x_{19}$  – расстояние организации до г. Москва;

$z_8$  – статус;

$z_9$  – наличие задолженности выше допустимой.

Достоверность информации по этому критерию является весьма высокой. Например, если для  $Y_{57}$  порог ниже указанного пограничного значения, то выводится сообщение, что «Предприятие обладает минимальным уровнем финансовой надёжности». В случае, когда данный порог находится между границами допустимого интервала, должно выводиться критическое предупреждение о том, что «Существуют некоторые риски финансовой ненадежности (в связи с расчетными счетами, налоговой задолженностью, региональной особенностью или организационно-правовой формой). Необходимо с ними ознакомиться детально». Если порог выше критической верхней границы, то выводится критическое предупреждение о том, что «Предприятие не соответствует уровню минимальной финансовой надёжности (в связи с расчетными счетами, налоговой задолженностью, региональной особенностью или

организационно-правовой формой). Сотрудничество с данной организацией крайне рискованно».

Получив необходимые оценки для переменных  $y_i$ , для каждого кластера рассчитывался интегрированный показатель –  $Y^m_{BIRANK}$ . Итого, у нас должно получиться 13 итоговых уравнений регрессии, одно общее резервное уравнение, полученное для всех организаций без учёта их кластеризации, а также уравнение с учетом экспертного мнения. В качестве примера приведем множественную регрессию для формирования рейтинга первого кластера (3).

$$Y^1_{BIRANK} = 96,95 - 18,47y_1^2 + 3,04y_{10}y_{63}y_{97} - 18,22 \cdot \ln(y_6) \cdot y_{75} + e^1 \quad (3)$$

По аналогии были получены остальные 13 уравнений регрессии. Дополнительно было получено уравнение для всех организаций (когда они входят в один кластер) без учета мнения экспертов и уравнение, учитывающее экспертное мнение (4) (на основе обработки экспертных оценок таблицы 1).

$$Y^{expert}_{BIRANK} = 9,556738 - 1254,82 \cdot (y_{90} \cdot K_{90})(y_{82} \cdot K_{82})(y_{19} \cdot K_{19}) + 974997,9(y_{95} \cdot K_{95})(y_{12} \cdot K_{12})(y_{86} \cdot K_{86})(y_{96} \cdot K_{96})(y_{97} \cdot K_{97}) - 1159,78 \cdot (y_{10} \cdot y_{63} \cdot y_{97} \cdot K_{10} \cdot K_{63} \cdot K_{97}) - 1878,98 \cdot (y_{57} \cdot y_1 \cdot y_{65} \cdot K_{57} \cdot K_1 \cdot K_{65}) + 47215,27 \cdot (y_{65} \cdot y_{35} \cdot y_\phi) \cdot (K_{65} \cdot K_{55} \cdot K_\phi) \times [(\ln(y \cdot K)_\phi) \cdot y_{75} \cdot K_{75}] \cdot \ln[y_{66} \cdot y_1 \cdot K_{11}] + expert; \quad (4)$$

Коэффициенты  $K_n$  берутся из таблицы 4, полученные на основе обработки экспертных оценок квалифицированных специалистов ЦИТ «Дельта-инком». Номер  $K_n$  был присвоен согласно перечню показателей благонадежности ФНС РФ.

Средние значения вычисленных значений рейтингов для 13 кластеров приведены на рис. 1. Предприятия, вошедшие в кластер № 10, можно отнести к группе «рекомендованных к сотрудничеству». По результатам анализа, наибольший размах рейтинга благонадежности предприятий имеют, например, Московская область, Тульская область и др. Наименее благонадежные компании располагаются в Новгородской, Томской областях, республиках Бурятия и Мордовия, в Челябинской области. Наиболее благонадежные – в Хабаровском крае, в Чукотском автономном округе, в Самарской области и др. Таким образом, благоприятные условия для бизнеса созданы в 3, 4, 6, 9, 10 и 13 кластерах, в которых средние значения рейтингов лежат в диапазоне от 60 до 80 баллов. Худшие условия для бизнеса имеются в 3, 5, 7 и 11 кластерах, в которых средние значения рейтингов находятся в диапазоне, не превышающем 20 баллов.

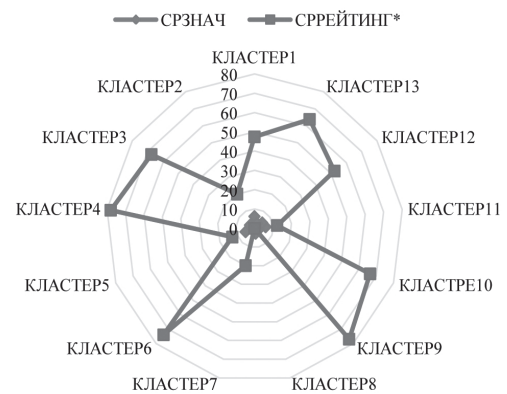


Рис. 1. Диаграмма распределения средних рейтингов  $Y_{BIRANK}$  в кластерах

Таблица 4

Коэффициенты  $K_n$  с учетом экспертных оценок

$K_n$	1 или очень низкий	2 или низкий	3 или удовлетворительный	4 или средний	5 или выше среднего	6 или достаточный	7 или хороший	высокий 8	весьма высокий или 9
1	0,10643	0,11926	0,12014	0,12063	0,12088	0,12097	0,12099	0,12100	0,12101
6	0,04553	0,03908	0,03864	0,03839	0,03826	0,03822	0,03821	0,03820	0,03820
10	0,08170	0,09155	0,09223	0,09260	0,09280	0,09286	0,09288	0,09289	0,09290
12	0,04553	0,03908	0,03864	0,03839	0,03826	0,03822	0,03821	0,03820	0,03820
19	0,04553	0,03908	0,03864	0,03839	0,03826	0,03822	0,03821	0,03820	0,03820
55	0,04033	0,04520	0,04553	0,04571	0,04581	0,04584	0,04585	0,04586	0,04586
57	0,05677	0,05901	0,05916	0,05924	0,05929	0,05930	0,05931	0,05931	0,05931
63	0,08170	0,09155	0,09223	0,09260	0,09280	0,09286	0,09288	0,09289	0,09290
65	0,04553	0,03908	0,03864	0,03839	0,03826	0,03822	0,03821	0,03820	0,03820
66	0,04033	0,03845	0,03832	0,03825	0,03822	0,03820	0,03820	0,03820	0,03820
75	0,10643	0,11926	0,12014	0,12063	0,12088	0,12097	0,12099	0,12100	0,12101
82	0,08170	0,07789	0,07763	0,07749	0,07741	0,07739	0,07738	0,07737	0,07737
86	0,04033	0,04520	0,04553	0,04571	0,04581	0,04584	0,04585	0,04586	0,04586
90	0,04553	0,03908	0,03864	0,03839	0,03826	0,03822	0,03821	0,03820	0,03820
95	0,04553	0,03908	0,03864	0,03839	0,03826	0,03822	0,03821	0,03820	0,03820
96	0,04553	0,03908	0,03864	0,03839	0,03826	0,03822	0,03821	0,03820	0,03820
97	0,04553	0,03908	0,03864	0,03839	0,03826	0,03822	0,03821	0,03820	0,03820

Таблица 5

Поиск условия для добавления в кластер

Границы интервалов													
Номер кластера (m)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
$Y^m_{BIRANK}(y(x_j, z))$	47,0	16,8	67,4	78,0	12,7	73,8	19,9	10,2	42,9	65,3	12,3	52,3	63,9
min	-18,8	-7,0	20,4	67,9	-2,5	47,3	-13,4	6,6	38,4	13,8	-7,1	-8,9	6,1
max	87,1	29,1	79,7	82,6	24,0	102,5	47,3	11,4	43,9	77,9	44,4	73,6	81,1
Средние значения для кластеров													
$A'_{ij}$	1,8	1,9	1,5	1,5	2,0	1,5	1,9	1,9	1,5	1,5	2,0	1,7	1,6
$d'_i$	6,6	0,6	2,9	0,2	2,5	0,7	1,0	2,7	0,3	2,2	6,1	5,1	2,9
Среднее значение дисперсии кластеров													
$\sigma^2_j$	0,7	1,0	0,4	0,4	1,1	0,3	1,0	1,1	0,4	0,4	1,0	0,5	0,5

При этом по всем кластерам среднее значение рейтинга благонадежности – ниже среднего уровня ≈ 48 (100) баллов. Наибольшее стандартное отклонение в кластерах наблюдается по переменной про- верке расчетных счетов.

Поиск условия кластерного анализа

Для разработки системы определения рейтинга благонадежности каждой новой вводимой в базу данных организации и отнесения её к определенному кластеру сформированы следующие условия. Сначала отбирается перечень кластеров, для которых  $Y^m_{bivrank}$  предприятия находится в границах диапазона рассматриваемого кластера. Затем для всех 13 кластеров вычисляются значения квадрата их расстояний до анализируемого предприятия (5).

$$A_{i,j} = (Y_{\text{среднее по предприятию}} - Y_{\text{среднее по кластеру}})^2 \quad (5)$$

По значениям  $A_{i,j}$  находится одно среднее значение  $\hat{A}_{i,j}$  по всем кластерам. Для дальнейшего анализа оставляются только те значения, которые были ранее отобраны и для которых  $|A_{i,j}/\hat{A}_{i,j}| < 2$ . Находим  $\sum^{13} A_{i,j} = \sum^{13} d_{ij} = d_i \rightarrow \min$ . Для каждого  $i$ -го предприятия получаем по одному значению  $d'_i$ . Это – суммарное расстояние каждой оценки предприятия до средней оценки по предприятию. Оно должно стремиться к нулю. При этом существует среднее суммарное расстояние по кластерам  $d'_i$ . Находим значение  $R = d_i/d'_i$ . Значение  $R \rightarrow \min$ . Поскольку метод Уорда минимизирует сумму квадратов для любых двух (гипотетических) кластеров, которые могут быть сформированы на каждом шаге. Среди отобранных  $k$  значений (если  $k > 4$ ) выбираем  $(k-1)$  вариант с  $\min(R)$ . Среди отобранных значений выбираем номер кластера с минимальным значением  $\min(A_{ij}/\sigma^2_j)$  (табл. 5).

Таким образом, на первом этапе мы сформировали, во-первых, задачу автоматического учета мнений экспертов; во-вторых, задачу формирования теоретических очков  $u_i$  для 17 значений для каждого предприятия на основе 34 реальных значений; построили итоговые уравнения вида  $Y^m_{BIRANK}(y(xi, zj))$

– 1 линейное уравнение регрессии для всех предприятий (когда они представляют один кластер), 13 уравнений для 13 кластеров по результатам кластерного анализа для более, чем 1000 предприятий, а также 1 уравнение с учетом экспертного мнения. Была сформулирована задача кластерного анализа. Также в качестве рекомендаций можно поставить задачу расширения реальных факторов – независимых переменных  $x_p, z_j$  для повышения объективности результата и полноты учтенных факторов.

Данная методика была апробирована и теперь существует в качестве математической модели для предоставления информационных услуг компанией «Дельтаинком».

Проведённое исследование позволило сделать следующие выводы:

1. Предложена методика нахождения рейтинга благонадежности компаний с учетом человеческого фактора, полученная при обработке экспертных оценок и выполнении факторного анализа на их основе.

2. Кластерный анализ позволил по совокупности, состоящей из более 1000 организаций, выделить 13 кластеров с однородными показателями благонадежности и выделить кластеры, организации в которых являются наиболее благонадежными для привлечения их в качестве партнеров.

3. Регрессионный анализ позволил создать математическую модель проверки состояния предприятий, состоящую из 17 линейных уравнений  $y(xi, zj)$  и 15 нелинейных уравнений регрессии вида  $Y^m_{BIRANK}(y(xi, zj))$ , связывающих результативные показатели состояния организаций с влияющими на них факторами.

4. Разработана методика «быстрой» кластеризации вновь рассматриваемых организаций.

5. На основе предложенной методики разработана и апробирована система проверки благонадежности организаций.

*Литература:*

1. ЦИТ «Дельтаинком» доступ ДельтаБезопасность. – URL: <https://crm.deltasecurity.ru> (дата обращения: 02.02.2016 г.).
2. Федеральная налоговая служба. – URL: <https://www.nalog.ru> (дата обращения: 02.02.2016 г.).
3. Елисеева И.И. Практикум по общей теории статистики: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 512.
4. Ким Д.О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. – М.: Рипол Классик, 1989. – 216 с.
5. Центральный Банк РФ // Официальный сайт. – URL: <http://www.cbr.ru> (дата обращения: 02.02.2016 г.).

**Research and Development of Mathematical Model for Business Security Evaluation**

*A.F. Shamsutdinov, T.F. Shamsutdinov*  
*LLC “Center of Information Technologies “Deltaincom””*

*K.S. Trott*  
*LLC “Center of Information Technologies “Deltaincom””*  
*Saint-Petersburg State University of Economics*

*The paper focuses on business security verification. The authors introduce the notion of integrated business security including economic security as well as risks of dealing with physical persons and legal entities, taking into account mass organizations and founders' addresses, affiliation, transparency, diligence institutions and other indicators according to the list of the Federal Tax Service. The relevance of the research is to construct the unique scoring regression model that achieves effective and reliable automated rating of companies in order to prevent ineligible cooperation.*

*Keywords: business security, business partners verification, mathematical model, scoring, business transparency.*

