

КОНСТАНТИНОВА Е. А., ТРЕЗОРОВА О. Ю.  
KONSTANTINOVA E. A., TREZOROVA O. Yu.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СТРАХОВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО УРОВНЮ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

### USE OF CLUSTER ANALYSIS FOR INSURANCE COMPANY CLASSIFICATION ACCORDING TO FINANCIAL STABILITY LEVEL

***Аннотация.** В статье представлен процесс проведения кластерного анализа с целью распределения страховых компаний по степени их финансовой устойчивости. В ходе использования иерархического метода и метода k-средних было выявлено наилучшее распределение страховых компаний по уровню их финансовой устойчивости. Дана характеристика каждому кластеру. Для страхователей полученный результат может служить, в определенной мере, дополнительным ориентиром при принятии решения о выборе страховой организации с целью надежного страхования своих рисков.*

***Ключевые слова:** кластерный анализ; методы кластерного анализа; показатели, характеризующие финансовую устойчивость страховых компаний; классификация страховых компаний.*

Страховые компании в настоящее время выступают в роли регуляторов рыночных процессов. Как субъект хозяйственной деятельности страховая организация взаимодействует в сфере финансов с различными категориями лиц, которые заинтересованы в информации о финансовом состоянии страховщика, тенденциях его изменения, а также прогнозах финансовых результатов. Отсюда вытекает необходимость оценки финансовой устойчивости страховщика как основной характеристики динамики его финансового состояния [2].

Анализ финансовой устойчивости

***Summary.** The article considers process of cluster analysis aiming at distribution of insurance companies, depending on the level of their financial stability. In the course of using the hierarchical method and the k-average method, the best distribution of insurance companies is identified by the level of their financial stability. Each cluster is characterised. For insurers this can serve, to a certain extent, as an additional reference point when deciding on the choice of an insurance organization for the purpose of reliable insurance of their risks.*

***Keywords:** cluster analysis, methods of cluster analysis, indicators characterizing financial stability of insurance companies, classification of insurance companies.*

страховой компании может быть проведен различными известными как общими, так и специальными методами.

К общим методам можно отнести:

- абсолютные и относительные показатели финансовой устойчивости;
- метод матричных балансов;
- метод оценки чистых активов;
- коэффициентный метод;
- другие комплексные методы оценки финансовой устойчивости предприятия.

К специальным методам оценки финансовой устойчивости страховщиков относятся, например, рейтинговые оценки

финансовой устойчивости. Каждое агентство применяет собственную методологию оценки кредитоспособности, платежеспособности и финансовой устойчивости и выражает результат этого измерения с помощью особой рейтинговой шкалы. Обычно используется буквенная шкала, которая позволяет показать рейтинги, отражающие мнение агентства об относительном уровне финансовой устойчивости в определенном диапазоне, например, от «AAA» до «D».

Стоит отметить, что страховая отрасль имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при оценке финансовой устойчивости страховщиков.

Чтобы комплексно рассмотреть все отраслевые особенности страховых компаний для оценки их финансовой устойчивости можно использовать кластерный анализ.

Кластерный анализ – это многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы [4].

Разработав собственную систему показателей, которая характеризует финансовую устойчивость именно страховых компаний, можно получить группы компаний, разделенные в соответствии со всеми отраслевыми особенностями по уровню их финансовой устойчивости.

В данной ситуации задача кластеризации заключается в распределении страховых компаний по однородным группам и установлении взаимосвязи между группами страховых компаний с близкими значениями показателей, которые влияют на их финансовую устойчивость.

Таким образом, целью кластеризации является распределение страховых компаний на группы в зависимости от степени их финансовой устойчивости.

В рассмотренном ниже примере собрана информация о двадцати крупнейших страховых компаниях России, оцененных по доле рынка в 2015 г. Рассмотренная совокупность страховых компаний занимает 78% всего страхового рынка России. Таким образом, можно сделать

вывод о том, что данная совокупность рассматриваемых объектов является достаточной для анализа всего страхового рынка России.

По результатам кластерного анализа финансовой устойчивости страхового рынка России можно определить, какие группы страховых компаний (с точки зрения финансовой устойчивости) функционируют на страховом рынке России.

В качестве показателей, характеризующих финансовую устойчивость страховых компаний, были выбраны следующие:

- поступления страховых премий за 2015 г;
- коэффициент выплат (выплаты/полученные премии) за 2015 г;
- текущий уставный капитал страховой компании;
- количество видов страховой деятельности, на которую имеет лицензии страховая компания;
- процент отказов в 2015 г. (отношение отказов к заявленным страховым случаям);
- страховые резервы страховой компании.

В таблице 1 представлены исходные данные для проведения кластерного анализа. Источником послужили данные, размещенные на портале «Страхование сегодня» [3], а также бухгалтерская отчетность рассмотренных страховых компаний, которая находится в открытом доступе.

Кластерный анализ может проводиться различными методами, однако, в соответствии с поставленной задачей, было выбрано два наиболее подходящих метода кластеризации:

- иерархическая (древовидная) кластеризация;
- кластеризация методом k-средних.

Иерархические агломеративные методы или древовидная кластеризация используется при формировании кластеров несходства или расстояния между объектами. Наиболее общий тип расстояния – это Евклидово расстояние. Оно является гео-

метрическим расстоянием в многомерном пространстве и вычисляется следующим образом:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}, \quad (1)$$

где  $d_{ij}$  – расстояние между  $i$ -м и  $j$ -м объектами;

$x_{ik}$  и  $x_{jk}$  – значения  $k$ -й переменной, соответственно, у  $i$ -го и  $j$ -го объектов.

Евклидово расстояние вычисляется по исходным данным. Оно имеет определенные преимущества, например, расстояние между двумя объектами не изменяется при введении в анализ нового объекта, который может показаться выбросом из совокупности исследуемых данных.

Таблица 1

### Основные показатели финансовой устойчивости страховых компаний России

№	Название страховой компании	Поступления за 2015 г., тыс. руб.	Коэффициент выплат	Уставный капитал компании, тыс. руб.	Кол-во видов страховой деятельности, шт.	% отказов в 2015 г. (отказы/заявленные страховые случаи)	Страховые резервы, тыс. руб.
1	РОСГОССТРАХ	148861999	0,56	9013433	31	3,28	68400000
2	СОГАЗ	123216958	0,52	15111482	26	1,02	64127765
3	РЕСО-ГАРАНТИЯ	77875308	0,52	10850000	26	1,07	54634282
4	ИНГОССТРАХ	73573028	0,56	17500000	28	0,29	23051365
5	АЛЬФАСТРАХОВАНИЕ	54008103	0,52	5000000	26	0,24	45818923
6	ВСК	48084859	0,44	3650000	26	1,99	37147223
7	ВТБ СТРАХОВАНИЕ	47505220	0,33	5500000	27	5,40	37831356
8	СБЕРБАНК СТРАХОВАНИЕ ЖИЗНИ	44041733	0,06	255000	7	19,68	64537527
9	СОГЛАСИЕ	30756381	0,77	8390740	26	5,75	19755482
10	РОСГОССТРАХ-ЖИЗНЬ	23869816	0,22	1200000	6	7,53	17000000
11	ГРУППА РЕНЕССАНС СТРАХОВАНИЕ	20807920	0,63	2109629	29	3,16	11766558
12	АЛЬФАСТРАХОВАНИЕ-ЖИЗНЬ	13423082	0,10	400000	7	10,74	22909462
13	ЖАСО	12983571	0,84	2025000	24	0,90	9025152
14	РЕНЕССАНС ЖИЗНЬ	12958429	0,09	250001	7	16,98	10000025
15	УРАЛСИБ	12787432	0,94	3349897	25	2,20	13954073
16	АЛЬЯНС (РОСНО)	12165138	1,21	5891219	30	3,63	28797437
17	ЭНЕРГОГАРАНТ	10566732	0,51	2040000	26	2,83	8105281
18	МАКС	10443368	0,92	2800000	27	0,69	10467397
19	КАПИТАЛ СТРАХОВАНИЕ	7995456	0,74	1000000	26	1,65	16800000
20	СТРАХОВАЯ ГРУППА МСК	7425402	1,17	805000	26	8,15	8171871

Оценка сходства между объектами существенно зависит от абсолютного значения признака и от степени его вариации в совокупности. Чтобы устранить подобное влияние на процедуру классификации, необходимо нормировать значения исходных данных с помощью использования

формулы:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}, \quad (2)$$

где  $z_{ij}$  – стандартизированное значение показателя;

$x_{ij}$  – исходное значение показателя;

$\bar{x}_j$  – среднее значение показателя

$j$ -той переменной;  
 $\sigma_j$  – дисперсия  $j$ -той переменной.

Сущность иерархических методов заключается в том, что на первом шаге каждый объект рассматривается как отдельный кластер [1]. Процесс объединения кластеров происходит на основании матрицы расстояний или матрицы сходства объектов. Результаты объединения могут быть представлены графически в виде графа-дерева (дендрограммы). На дендро-

грамме указываются номера объединяемых объектов и расстояние, при котором произошло объединение (рисунок 1).

Первоначально каждая оценка представляет собой кластер. В результате, связываются вместе все большее и большее число объектов и агрегируется все больше и больше кластеров, состоящих из все сильнее различающихся элементов. Окончательно, на последнем шаге все объекты объединяются вместе.

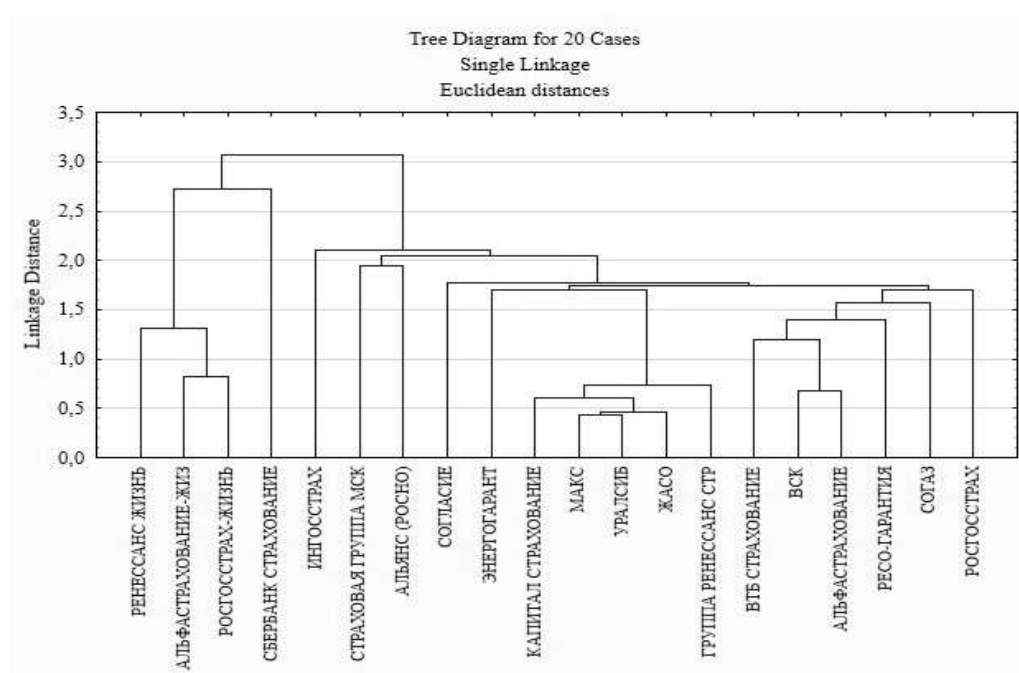


Рис. 1. Вертикальная древовидная дендрограмма

На основе вертикальной дендрограммы было выявлено, что наиболее рационально сводить объединение кластеров к четырем. Распределение кластеров представлено в таблице 2.

На этом основная функция иерархической кластеризации закончена. Теперь известно, сколько страховых кластеров примерно можно выделить. Когда это известно, необходимо приступить ко второму методу – методу  $k$ -средних.

Суть этого метода состоит в следующем: заранее определяется количество

кластеров ( $k$ ) на которые необходимо разбить имеющиеся наблюдения, и первые  $k$  наблюдений становятся центрами этих классов. Для каждого следующего наблюдения рассчитываются расстояния до центров кластеров и данное наблюдение относится к тому кластеру, расстояние до которого было минимальным. После чего для кластера, в котором увеличилось количество наблюдений, рассчитывается новый центр тяжести (как среднее по каждому показателю) по всем включенным в кластер наблюдениям.

Таблица 2

### Распределение страховых компаний по кластерам при иерархическом методе

Кластер	Страховые компании
Первый кластер	Ренессанс страхование, Жасо, Уралсиб, Макс
Второй кластер	Росгосстрах-жизнь, Альфастрахование-жизнь, Ренессанс жизнь, Сбербанк страхование жизни
Третий кластер	Росгосстрах, Согаз, Ресо-гарантия, Альфастрахование, ВСК, ВТБ Страхование
Четвертый кластер	Ингосстрах, Согласие, Альянс (Росно), Энергогарант, Капитал страхование, Страховая группа МСК

Таким образом, была проведена кластеризация методом k-средних с числом кластеров равным четырем.

В таблице 3 приведены межгрупповая и внутригрупповая дисперсии, где строки – переменные, столбцы – показатели для каждой переменной: дисперсия между

кластерами, число степеней свободы для межклассовой дисперсии, дисперсия внутри кластеров, число степеней свободы для внутриклассовой дисперсии, F-критерий для проверки гипотезы о неравенстве дисперсий.

Таблица 3

Анализ дисперсии при  $k = 4$ 

Переменная	Between SS	df	Within-SS	df	F	signif.-p
Поступления за 2015 г., тыс. руб.	17,57758	3	1,422419	16	65,9068	0,000000
Коэффициент выплат	14,66974	3	4,330256	16	18,0679	0,000022
Уставный капитал, тыс. руб.	10,95110	3	8,048903	16	7,2564	0,002733
Количество видов страховой деятельности, шт.	18,36621	3	0,633789	16	154,5516	0,000000
% отказов в 2015 г.	13,57118	3	5,428820	16	13,3325	0,000128
Страховые резервы, тыс. руб.	12,57475	3	6,425251	16	10,4378	0,000477

Достоверность по уровню значимости  $p$  по всем переменным не превышает 0,05, это свидетельствует о значимом различии между кластерами по всем показателям. Если бы значение было  $p > 0,05$ , то это бы означало, что разница между кластерами по какому-либо показателю несущественна.

Чем больше межгрупповая дисперсия, тем больше влияние группировочного признака на величину исследуемого показателя. Следовательно, «количество видов страховой деятельности» и «поступления за 2015 г.» являются главными при решении распределения объектов.

Из внутригрупповых дисперсий можно выделить дисперсию по переменной «уставный капитал», показывающую величину вариации, вызванной вторым группировочным признаком.

В таблице 4 приведены средние значения нормированных значений каждого кластера.

На основании таблицы 4 можно сделать вывод, что образованные кластеры значительно отличаются друг от друга, тем не менее, наблюдается сходство в кластерах 2, 3, 4 по показателям количества видов страховой деятельности и по проценту отказов.

Таблица 4

Средние величины класса по всем наблюдениям при  $k = 4$

Переменная	Кластер № 1	Кластер № 2	Кластер № 3	Кластер № 4
Поступления за 2015 г., тыс. руб.	-0,40576	-0,647312	2,429695	0,517893
Коэффициент выплат	-1,39949	0,833912	-0,129678	-0,329574
Уставный капитал, тыс. руб.	-0,87022	-0,341640	1,447826	0,731998
Количество видов страховой деятельности, шт.	-1,91174	0,447330	0,678936	0,452624
% отказов в 2015 г.	1,63297	-0,301971	-0,498901	-0,563267
Страховые резервы, тыс. руб.	-0,00016	-0,704229	1,825820	0,537413

Наилучшее распределение (кластеризация методом k-средних при  $k = 4$ ) и обобщающие характеристики для каждой группы кластеров представлено в таблице 5.

Таблица 5

**Обобщающие характеристики для наилучшего варианта кластеризации**

Кластер	Страховая компания	Характеристика кластера
1	2	3
1	СБЕРБАНК СТРАХОВАНИЕ ЖИЗНИ	Данный кластер объединяет специализированные компании, которые занимаются только страхованием жизни. Они характеризуются низким количеством видов страховой деятельности (6 или 7), низкими показателями размера уставного капитала и высоким процентом отказов (соотношение отказов к заявленным страховым случаям). Это характеризует компании с точки зрения финансовой устойчивости отрицательно. Тем не менее, коэффициент выплат у них ниже, чем у остальных. Это может свидетельствовать о специфике показателей компаний данного кластера.
	РОСГОССТРАХ-ЖИЗНЬ	
	АЛЬФАСТРАХОВАНИЕ-ЖИЗНЬ	
	РЕНЕССАНС ЖИЗНЬ	
2	СОГЛАСИЕ	Данная группа страховых компаний характеризуется низкой финансовой устойчивостью в сравнении с остальными кластерами. Они имеют низкие поступления страховых премий, высокий коэффициент выплат, относительно низкие страховые резервы и средний размер уставного капитала. Количество видов страховой деятельности и процент отказов у компаний данного кластера находятся на уровне остальных компаний (за исключением компаний первого кластера).
	ГРУППА РЕНЕССАНС СТРАХОВАНИЕ	
	ЖАСО	
	УРАЛСИБ	
	АЛЬЯНС (РОСНО)	
	ЭНЕРГОГАРАНТ	
	МАКС	
	КАПИТАЛ СТРАХОВАНИЕ	
МСК		
3	РОСГОССТРАХ	Компании этого кластера являются лидерами на страховом рынке России, они имеют наивысшие показатели финансовой устойчивости, т.е. низкий коэффициент выплат, высокий размер уставного капитала и страховых резервов и относительно низкий уровень отказов.
	СОГАЗ	

*Продолжение таблицы 5*

1	2	3
4	РЕСО-ГАРАНТИЯ	Компании четвертого кластера характеризуются относительно высокой финансовой устойчивостью, однако их показатели несколько ниже показателей компаний 3-го кластера (лидеров на рынке), у них ниже размер уставного капитала и страховых резервов, низкий коэффициент выплат, а количество видов страховой деятельности находится на одном уровне с другими кластерами (кроме первого).
	ИНГОССТРАХ	
	АЛЬФАСТРАХОВАНИЕ	
	ВСК	
	ВТБ СТРАХОВАНИЕ	

На основе полученных в исследовании данных можно сделать вывод, что на рынке присутствуют 4 компании, специализирующиеся на страховании жизни и имеющие отличающиеся от всех остальных компаний показатели, которые влияют на финансовую устойчивость. Кроме того, на страховом рынке можно выделить 2 компании-лидера («Росгосстрах» и «Согаз»), которые являются наиболее финансово устойчивыми. Далее следует блок страховых компаний, которые также являются финансово устойчивыми, однако их показатели немного ниже компаний-лидеров. Более 40% компаний на страховом рынке России имеют средние показатели финансовой устойчивости.

Рассмотренный пример кластеризации страховых компаний позволяет сделать вывод о том, что кластерный анализ можно использовать в качестве одного из методов классификации страховых организаций по уровню финансовой устойчивости. Кроме этого, результаты кластерного анализа могут определить уровень финансовой устойчивости отдельной страховой компании относительно уровня других, действующих на страховом рынке организаций. Для страхо-

вателей данная информация может служить в определенной мере дополнительным ориентиром при принятии решения о выборе страховой организации для надежного страхования своих рисков.

### Литература

1. Кириллова Т.К. Автоматизация процесса кластеризации предприятий региона [Текст] / Т.К. Кириллова // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. – 2014. – № 11-1. – С. 26–33.
2. Константинова Е.А., Трезорова О.Ю. Проблемы и перспективы развития страхования в России [Текст] / Е.А. Константинова, О.Ю. Трезорова // Вестник Института экономики и управления НовГУ. – 2016. – № 2(21). – С. 47–53.
3. Реестр страховых организаций – страховщики, перестраховщики, брокеры [электронный ресурс] // Страхование сегодня [сайт]. Режим доступа: <http://www.insur-info.ru/register/> (дата обращения 29.03.2017).
4. Хайдуков Д.С. Применение кластерного анализа в государственном управлении // Философия математики: актуальные проблемы. – М.: МАКС Пресс, 2009. – 287 с.