

Научная статья**УДК 330.42****DOI: 10.25683/VOLBI.2023.65.855****Anastasia Sergeevna Dudinova**

2nd year graduate student of the Faculty of Management and Law,
field of training 27.04.02 — Quality management,
Volga State Technological University
Yoshkar-Ola, Russian Federation
ORCID 0009-0001-5398-7991
timkanast@mail.ru

Maxim Alekseevich Cherepanov

2nd year graduate student of the Faculty of Management and Law,
field of training 27.04.02 — Quality management,
Volga State Technological University
Yoshkar-Ola, Russian Federation
ORCID 0009-0000-1509-3818
arti35352@gmail.com

Guzal Rinatovna Tsareva

Candidate of Economics,
Associate Professor of the Department of Management and Law,
Volga State Technological University
Yoshkar-Ola, Russian Federation
tsarevagr@volgatech.net

Анастасия Сергеевна Дудинова

студентка магистратуры 2-го курса факультета управления и права,
направление подготовки 27.04.02 — Управление качеством,
Поволжский государственный технологический университет
Йошкар-Ола, Российская Федерация
ORCID 0009-0001-5398-7991
timkanast@mail.ru

Максим Алексеевич Черепанов

студент магистратуры 2-го курса факультета управления и права,
направление подготовки 27.04.02 — Управление качеством,
Поволжский государственный технологический университет
Йошкар-Ола, Российская Федерация
ORCID 0009-0000-1509-3818
arti35352@gmail.com

Гузаль Ринатовна Царева

канд. экон. наук,
доцент кафедры управления и права,
Поволжский государственный технологический университет
Йошкар-Ола, Российская Федерация
tsarevagr@volgatech.net

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОРГАНИЗАЦИЙ СТРАХОВАНИЯ

5.2.2 — Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

Аннотация. *Страхование жизни — это вид страхования, который предоставляет финансовую защиту и обеспечивает выплату страховой суммы в случае смерти застрахованного лица. Целью страхования жизни является обеспечение финансовой поддержки семьи или близких в случае потери кормильца или основного заработка. Страховая сумма выплачивается бенефициару, указанному в страховом договоре, и может использоваться для покрытия расходов на похороны, погашения долгов, оплаты ежедневных расходов и обеспечения будущего благополучия семьи. Страхование жизни также может предлагать дополнительные возможности, такие как накопительные инвестиционные продукты или возможность получения страховой выплаты при наступлении определенных событий, таких как тяжелая болезнь или инвалидность. Целью данной работы является формирование математических моделей для изучения основных показателей страховых компаний, занимающихся страхованием жизни в России, с применением математико-статистических методов в системе Statistica, а именно применены систе-*

мы одновременных уравнений для исследования показателей страхования жизни. Объектом исследования является личное страхование, выступающее отраслью страхования, связанной с обеспечением застрахованного лица или страхователя в таких случаях, как нетрудоспособность и пенсионное обеспечение, субъектом — известные страховые компании страхования жизни в Российской Федерации, такие как «Сбербанк страхование жизни», «АльфаСтрахование», «Росгосстрах», «Капитал Life», «Ренессанс Страхование», «РЕСО Гарантия», «Согласие». Для проведения исследования были использованы официальные данные, представленные на сайтах Банка России и страховых компаний. Программное обеспечение, использованное в работе: Microsoft Excel и Statistica.

Ключевые слова: *страхование жизни, страховой продукт, статистический анализ страхования жизни, системы одновременных уравнений, страховые премии, страховые выплаты, регрессионный анализ, страховые компании Российской Федерации, идентифицируемость, метод наименьших квадратов, эндогенные и экзогенные переменные*

Для цитирования: Дудинова А. С., Черепанов М. А., Царева Г. Р. Математические методы и модели анализа финансовых показателей при формировании жизненного цикла организаций страхования // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 4(65). С. 141—148. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.65.855.

Original article

MATHEMATICAL METHODS AND MODELS OF ANALYSIS OF FINANCIAL INDICATORS IN THE FORMATION OF THE LIFE CYCLE OF INSURANCE ORGANIZATIONS

5.2.2 — Mathematical, statistical and instrumental methods in economics

Abstract. *Life insurance is a type of insurance that provides financial protection and ensures the payment of the insured amount in the event of the death of the insured person.*

The purpose of life insurance is to provide financial support to a family or loved ones in case of loss of a breadwinner or basic earnings. The sum insured is paid to the beneficiary specified

in the insurance contract and can be used to cover funeral expenses, repayment of debts, payment of daily expenses and ensuring the future well-being of the family. Life insurance may also offer additional options, such as accumulative investment products or the possibility of receiving an insurance payout upon the occurrence of certain events, such as a serious illness or disability. The purpose of this work is to form mathematical models for studying the main indicators of insurance companies engaged in life insurance in Russia, using mathematical and statistical methods in the Statistica system. Namely, systems of simultaneous equations have been applied to study life insurance indicators. The object of the study is personal insurance as an insurance industry related to the life, health, working capacity

and pension provision of the insured person or policyholder. The subject is well-known life insurance companies of the Russian Federation, such as Sberbank strakhovanie zhizni, AlfaStrakhovanie, Rosgosstrakh, Kapital Life, Renaissance Strakhovanie, RESO Garantiya, Soglasie. The information base for the study was the official data from the Bank of Russia website and the websites of insurance companies. Software used in the work: Microsoft Excel and Statistica.

Keywords: *life insurance, insurance product, statistical analysis of life insurance, systems of simultaneous equations, insurance premiums, insurance payments, regression analysis, insurance companies of the Russian Federation, identifiability, least squares method, endogenous and exogenous variables*

For citation: Dudinova A. S., Cherepanov M. A., Tsareva G. R. Mathematical methods and models of analysis of financial indicators in the formation of the life cycle of insurance organizations. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law.* 2023;4(65):141—148. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.65.855.

Введение

Актуальность. В современном мире всё большую популярность набирает страховой продукт, связанный с жизнью и смертью человека. Большое количество видов деятельности человека связаны с риском потери жизни. Нужно отметить, что масштабы и время подобных событий не могут быть заранее оценены. Данные риски зависят от широкого набора случайных факторов. Для того чтобы обезопасить себя от недугов, люди себя страхуют, внося страховые премии разным страховым компаниям. Поэтому было бы интересно посмотреть, как влияют финансовые показатели на размеры страховых выплат при помощи пошаговой гребневой регрессии, которая является актуальным и эффективным подходом в анализе данных. Этот метод позволяет исследовать влияние различных факторов на зависимую переменную и определить наиболее значимые переменные, которые влияют на исследуемый показатель. Использование систем одновременных уравнений имеет большую актуальность в анализе сложных взаимосвязей между переменными. Они позволяют учесть влияние одной переменной на другие, учитывая взаимозависимость между ними. Это особенно полезно при изучении комплексных систем, таких как экономика, социология, финансы и другие области, где множество факторов влияют друг на друга. Системы одновременных уравнений помогают более точно оценить эффекты и причинно-следственные связи между переменными, что делает их важным инструментом для исследования и принятия решений. Таким образом, использование этого метода позволяет получить более точные и надежные результаты и сделать более обоснованные выводы о влиянии друг на друга финансовых показателей страховых компаний.

Изученность проблемы. Обзор научных публикаций отечественных и зарубежных авторов по теме исследования демонстрирует не снижающийся интерес к исследованию страховых премий. Это и разные подходы в отношении ее расчета, влияние страховых премий на анализ финансовой надежности страховых компаний, но мало кто использует такие математико-статистические методы, как системы одновременных уравнений для выявления связи между страховыми премиями с остальными показателями финансово-хозяйственной деятельности страховых компаний. Для оценки влияния одних финансовых показателей на другие в мировой практике широко используют методы эконометрического моделирования, такие как построенные уравнения регрессии различных форм связи, построение

вариационных рядов, проведение корреляционного и регрессионного анализов и мн. др., подробный обзор которых приведен в работах М. С. Пармузиной [1], Е. А. Ивина, Н. В. Артамонова и А. Н. Курбацкого [2], М. М. Мильникова и О. В. Куликовой [3], А. А. Самородниченко и С. А. Мальцевой [4]. Эконометрические модели позволяют не только выявить важные факторы, но и количественно оценить степень их влияния на экономику. В данной работе построенная система эконометрических совместных (структурных) уравнений, где были выбраны 3 эндогенные переменные: страховые суммы, выплаты и страховые премии по договорам страхования, которые были активны на конец отчетного периода. Данные переменные были выбраны как объективные показатели, относящиеся к страховым компаниям и интегрирующие влияние прочих факторов. Чаще всего в публикациях рассматривается финансово-хозяйственный анализ деятельности страховых компаний на основе качественных методов, как, например, К. С. Биджев и Ю. Е. Клишина [5], Р. Д. Ибрагимов, Д. Т. Нафиков и З. Ф. Шарифьянова [6], но мало кто использует математико-статистические. Именно поэтому приведенных в данной работе методов в отношении финансовых показателей страховых компаний авторами за последние несколько лет в официальных изданиях не встретилось.

Применение математико-статистических методов для анализа влияния между собой финансовых показателей компаний имеет **целесообразность** по нескольким причинам: такой анализ позволяет понять, как, например, увеличение одних финансовых показателей влияет на уменьшение других. Это может быть полезно для страховых компаний при определении тарифов и оценке рисков. Это позволяет получить более точные и надежные результаты, учитывая сложность и взаимосвязь финансовых факторов. Это помогает сделать более обоснованные выводы и принять эффективные решения в области страхования.

Научная новизна заключается в применении систем одновременных уравнений и математико-статистических методов гребневой регрессии для понимания влияния основных финансовых показателей компаний между собой, что может привести к новым открытиям и пониманию в области страховых рынков.

Исходя из этого, **цель** исследования — формирование математических моделей для изучения основных показателей страховых компаний, занимающихся страхованием жизни в России, с применением математико-статистических

методов в системе *Statistica*. **Задачами** исследования являются: выбор 3 эндогенных и нескольких экзогенных переменных, применение систем одновременных уравнений для исследования показателей страхования жизни в системе *Statistica*, формирование выводов по полученным результатам.

Теоретическая значимость исследования заключается в получении более глубокого понимания влияния финансовых показателей компаний на размер страховых премий, выплат и сумм по договорам страхования, которые были активны на конец отчетного периода и принятия обоснованных решения в сфере страхования.

Практическая значимость исследования состоит в том, что в работе представлен метод применения одного из математических инструментов, системы одновременных уравнений, которые используются для моделирования и анализа взаимосвязей между несколькими переменными. В таких системах каждое уравнение зависит от значений других переменных в системе, что позволяет учесть взаимное влияние переменных и получить более точные результаты.

Основная часть

Страхование жизни — вид неимущественного страхования, при котором защищаются интересы застрахованного гражданина, связанные с его жизнью и смертью. Поскольку жизнь рассматривается прежде всего как долговременное состояние, а наступление смерти представляется отдаленным, страхование жизни предусматривает долгосрочные финансовые отношения страхователя и страховщика [7].

Основными регуляторами страхования жизни в России являются:

1. Гражданский кодекс РФ;
2. Закон РФ от 27 ноября 1992 г. № 4015-1 «Об организации страхового дела в Российской Федерации» (с последними изменениями и дополнениями) [8];
3. Федеральный закон от 21 декабря 2013 г. № 353-ФЗ «О потребительском кредите (займе)».

На страховую премию чаще всего влияют: страховая сумма, срок действия полиса, страховой тариф, наличие вида и размера франшизы, повышающих или понижающих коэффициентов [9].

Финансовую устойчивость страховых операций, сбалансированность выплат и расходов страховщика, выполнение обязательств перед страхователем обеспечивают экономически обоснованные тарифы.

В данной работе рассмотрено применение систем одновременных уравнений для исследования показателей страхования жизни.

Для построения системы эконометрических совместных (структурных) уравнений [10] были выбраны 3 эндогенные переменные: страховая сумма по договорам, действовавших на конец отчетного периода, выплаты по договорам страхования и страховые премии (взносы) по договорам страхования [11]. Данные переменные были выбраны как объективные показатели, относящиеся к страховым компаниям, интегрирующие влияние прочих факторов.

Исходный файл данных содержал следующую информацию о страховых компаниях (см. табл. 1):

- эндогенные переменные:
 - (Y_1) — премии за 2022 г., млрд руб.;
 - (Y_2) — выплаты за 2022 г., млрд руб.;
 - (Y_3) — страховая сумма по договорам, которые были заключены в отчетном периоде, млрд руб.;
- экзогенные переменные:
 - x_1 — численность агентской сети, ед.;
 - x_2 — отказы в страховой выплате, тыс. ед.;
 - x_3 — количество договоров страхования, которые были заключены в течение отчетного периода, тыс. ед.;
 - x_4 — результат от операций по страхованию жизни, млрд руб.;
 - x_5 — доход (расход) по налогу на прибыль, млрд руб.;
 - x_6 — прибыль (убыток) после налогообложения, млрд руб.;
 - x_7 — денежные средства и их эквиваленты, млрд руб.;
 - x_8 — депозиты и прочие размещенные средства в кредитных организациях и банках-нерезидентах, млрд руб.;
 - x_9 — аквизиционные расходы, млрд руб.;
 - x_{10} — основные средства, млн руб. [12; 13].

Был применен способ пошагового регрессионного рассмотрения с включением в нее важных регрессоров [14]. Таким образом, в модель вошли только статистически значимые переменные (табл. 2—4).

Таблица 1

Исходные данные статистического анализа

Компания	Y_1	Y_2	Y_3	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
Сбербанк страхование жизни	155,7	82,9	7101,4	3,0	80,9	1862,1	-32,2	-4,5	23,7	3,0	87,3	-17,9	180,1
АльфаСтрахование-Жизнь	104,8	52,1	841,7	70,0	2,8	1278,1	-16,3	-0,5	2,6	7,8	33,4	-35,1	4,7
СОГАЗ-Жизнь	71,6	33,9	578,4	6,0	0,2	267,7	-22,7	-0,3	3,0	1,2	35,0	-6,6	172,9
Ренессанс Жизнь	57,1	19,0	1636,8	1478,0	1,2	1921,3	-1,1	-0,6	2,8	9,8	15,1	-17,1	290,2
Росгосстрах Жизнь	26,0	2,4	117,8	246,0	0,3	96,1	-0,6	0,0	0,7	0,7	4,8	-1,6	386,9
Капитал Лайф Страхование Жизни	22,3	27,6	794,2	7532,0	4,4	594,3	-2,4	-0,4	1,7	2,1	11,9	-0,5	518,1
Альянс Жизнь	17,0	9,6	580,5	254,0	0,3	34,0	0,1	-0,1	0,5	0,2	2,7	-0,9	404,8
РСХБ-Страхование жизни	13,2	0,8	167,1	2,0	0,0	45,8	0,8	-0,7	3,1	0,2	1,4	-2,5	10,8
Сосьете Женераль Страхование Жизни	12,0	6,7	651,5	5,0	0,4	366,3	0,8	-0,7	3,1	1,7	1,3	-2,5	105,1
Русский Стандарт Страхование	9,3	4,6	369,4	9,0	0,3	413,4	0,9	-0,3	1,4	1,2	1,5	-1,0	48,3
Уралсиб Жизнь	8,0	3,9	16,3	63,0	0,1	31,6	-0,6	-0,1	0,6	2,0	2,3	-0,6	6,9

Окончание табл. 1

Компания	Y_1	Y_2	Y_3	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
Ингосстрах-Жизнь	7,9	8,6	0,0	1423,0	0,4	0,0	-3,4	-0,1	0,5	2,3	3,3	-0,5	2,1
СиВ Лайф	7,3	9,7	32,3	3,0	0,2	6,9	-7,6	-0,1	0,5	3,3	0,5	-0,4	263,7
БКС Страхование жизни	7,3	0,6	13,9	102,0	0,0	7,8	0,0	-0,1	0,2	1,3	0,1	-0,3	0,4
Райффайзен Лайф	6,2	4,8	426,4	1,0	0,3	75,2	-1,1	-0,3	1,6	0,2	0,4	-0,5	66,6
Совкомбанк Жизнь	5,7	3,8	517,2	343,0	3,9	151,8	-0,2	-0,3	0,3	0,6	0,7	-1,0	98,2
ВСК-Линия жизни	5,5	15,0	665,6	866,0	0,0	12,6	-3,5	-0,1	0,9	2,1	1,8	-0,5	16,5
Согласие-Вита	5,5	1,0	86,5	2123,0	0,2	82,4	0,1	0,0	0,2	0,1	1,5	-2,2	0,1
PPF Страхование жизни	4,8	1,5	57,4	2021,0	2,3	66,3	0,5	-0,1	0,4	1,3	0,6	-0,9	161,3
МАКС-Жизнь	3,6	5,5	43,5	359,0	0,0	38,0	-0,9	0,0	0,1	0,2	1,4	-1,1	1,3
Югория-Жизнь	2,1	0,9	16,0	2,0	0,0	9,5	-0,3	0,0	0,0	0,2	0,7	-0,2	0,3
Вита-страхование	0,9	0,7	31,6	25,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	0,0	3,2
Кредит Европа Лайф	0,5	0,1	126,9	371,0	0,1	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	81,2
Чулпан-Жизнь	0,5	0,6	0,9	127,0	0,0	28,5	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	13,5
Геополис	0,4	0,3	0,1	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	1,3	0,5	0,0	14,9
Дело Жизни	0,3	0,3	5,3	93,0	0,0	13,3	-0,1	0,0	0,1	0,2	1,1	0,0	20,4
ОСЖ РЕСО-Гарантия	0,1	4,6	20,0	69,0	0,0	4,7	-0,6	0,0	0,1	0,0	1,2	-44,1	67,2

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа с включением факторов для зависимой переменной Y_1 (Вторая глава)

	β	Стандарт. ошибка – β	В	Стандарт. ошибка – В	$t(22)$	p -знач.
Свобод. член			3,360	1,465	2,29	0,03171
x_1	0,08	0,03	0,004	0,001	3,20	0,00415
x_3	0,27	0,04	0,02	0,004	6,29	0,00000
x_{10}	0,81	0,03	0,03	0,001	27,49	0,00000
x_8	0,86	0,07	2,03	0,16	12,61	0,00000
Y_3	0,31	0,07	0,01	0,002	4,68	0,00011

Примечание: $R = 0,99241047$, $R^2 = 0,98487855$, Скоррект. $R^2 = 0,98144186$, $F(5,22) = 286,58 p$.

Таблица 3

Результаты регрессионного анализа с включением факторов для зависимой переменной Y_2 (Вторая глава)

	β	Стандарт. ошибка – β	В	Стандарт. ошибка – В	$t(23)$	p -знач.
Свобод. член			0,067	1,122	0,06	0,95259
x_1	0,11	0,04	0,003	0,001	2,83	0,00948
Y_1	0,62	0,11	0,322	0,056	5,73	0,00001
x_2	0,24	0,07	0,015	0,005	3,28	0,00329

Примечание: $R = 0,98391823$, $R^2 = 0,96809509$, Скоррект. $R^2 = 0,96254641$, $F(4,23) = 174,47 p$.

Таблица 4

Результаты регрессионного анализа с включением факторов для зависимой переменной Y_3 (Вторая глава)

	β	Стандарт. ошибка – β	В	Стандарт. ошибка – В	$t(24)$	p -знач.
Свобод. член			-13,18	52,79	-0,25	0,805013
x_6	0,92	0,05	280,16	16,14	17,36	0,000000
x_3	0,23	0,05	0,59	0,12	4,88	0,000056
Y_1	0,16	0,05	4,89	1,51	3,23	0,003545

Примечание: $R = 0,98603273$, $R^2 = 0,97226054$, Скоррект. $R^2 = 0,96879311$, $F(3,24) = 280,40 p$.

В полученной модели регрессии использованы только те переменные, которые являются статистически значимыми и надежными. Для построения системы аналогичным образом были получены результаты регрессионного анализа с включением факторов для зависимых переменных Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 . По данным табл. 2—4 была получена система, имеющая следующий вид:

$$\begin{cases} \hat{y}_1 = b_{1,3}y_3 + a_{1,1}x_1 + a_{1,3}x_3 + a_{1,8}x_8 + a_{1,10}x_{10}, \\ \hat{y}_2 = b_{2,1}y_1 + a_{2,1}x_1 + a_{2,2}x_2 + a_{2,4}x_4 \\ \hat{y}_3 = b_{3,1}y_1 + a_{3,3}x_3 + a_{3,6}x_6. \end{cases} \quad (1)$$

С целью оценивания системы одновременных уравнений применяется двухшаговый метод наименьших квадратов [14]. Он предоставляет состоятельные, а также несмещенные оценки коэффициентов уравнения, считается довольно легким, а также комфортным методом для произведения расчетов. Использование метода наименьших квадратов для оценки структурных коэффициентов модели может привести к смещенным и несостоятельным оценкам. Поэтому было принято решение преобразовать модель в приведенную форму, чтобы получить более надежные и точные оценки коэффициентов.

Чтобы оценить структурные коэффициенты, мы преобразовали структурную форму в приведенную форму. В приведенной форме модель становится эквивалентной системе независимых переменных, и мы можем использовать обычный метод наименьших квадратов для оценки параметров. В результате получаем приведенную форму модели:

$$\begin{cases} \hat{y}_1 = 3,7 - 1,87x_6 + 2,22x_7 + 2,02x_8 + 0,01x_3 + 0,001x_1, \\ \hat{y}_2 = 2,09 + 1,12x_7 + 0,93x_8, \\ \hat{y}_3 = -32,37 + 256,1x_6 + 0,42x_3 - 29,97x_5. \end{cases} \quad (2)$$

При переходе от приведенной формы модели к структурной форме необходимо проверить условия идентифицируемости [15]. Идентификация гарантирует единственность соответствия между приведенной и структурной формами модели. Это важный шаг для обеспечения корректности и надежности оценок структурных коэффициентов.

Первое уравнение содержит 2 эндогенные переменные (y_2, y_3). В уравнении отсутствуют 6 экзогенных переменных ($x_2, x_4, x_5, x_6, x_7, x_9$). $6 + 1 > 2$, поэтому можно считать, что уравнение сверхидентифицируемо.

Второе уравнение: $H = 2 (y_1, y_2); D = 7 (x_3, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10})$. $7 + 1 > 2$, поэтому можно считать, что уравнение сверхидентифицируемо.

Третье уравнение: $H = 2 (y_1, y_3); D = 8 (x_1, x_2, x_4, x_5, x_7, x_8, x_9, x_{10})$. $8 + 1 > 2$, поэтому можно считать, что уравнение сверхидентифицируемо.

Вся система сверхидентифицируема, это стало понятно, благодаря приведенным выше расчетам. После проверки необходимого условия идентифицируемости мы также проверили достаточное условие и составили матрицу с коэффициентами на основе структурной формы модели (табл. 5). Это позволяет нам установить уникальность соответствия между приведенной и структурной формами и обеспечить правильность оценок структурных коэффициентов.

Таблица 5

Матрица коэффициентов структурной формы модели

№	Коэффициенты при эндогенных переменных			Коэффициенты при экзогенных переменных									
	y_1	y_2	y_3	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
1	1	0	$b_{1,3}$	$a_{1,1}$	0	$a_{1,3}$	0	0	0	0	$a_{1,8}$	0	$a_{1,10}$
2	$b_{2,1}$	1	0	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	0	$a_{2,4}$	0	0	0	0	0	0
3	$b_{3,1}$	0	1	0	0	$a_{3,3}$	0	0	$a_{3,6}$	0	0	0	0

Также условием идентифицируемости является неравенство нулю определителя матрицы коэффициентов, которые не попали в исследуемое уравнение. Ранг матрицы должен быть равен числу уравнений с вычетом единицы.

Матрица коэффициентов первого уравнения выглядела следующим образом:

$$A_1 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & a_{2,2} & a_{2,4} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a_{3,6} & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$\text{Def } A_1^* = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & a_{3,6} \end{vmatrix} \neq 0$$

Полученный определитель подматрицы 2×2 матрицы $A_1 \neq 0$, поэтому ранг $A_1 = 2$. Условие выполнено.

Во втором уравнении матрица коэффициентов для переменных, которые не входят в данное уравнение, будет представлена следующим образом:

$$A_2 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{1,3} & a_{1,3} & 0 & 0 & 0 & a_{1,8} & 0 \\ 1 & a_{3,3} & 0 & a_{3,6} & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$\text{Def } A_2^* = \begin{vmatrix} b_{1,3} & a_{1,3} \\ 1 & a_{3,3} \end{vmatrix} \neq 0$$

Полученный определитель подматрицы 2×2 матрицы $A_2 \neq 0$, поэтому ранг $A_2 = 2$. Условие выполнено.

В третьем уравнении матрица коэффициентов для переменных, которые не входят в данное уравнение, имела следующий вид:

$$A_3 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{1,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & a_{1,8} & 0 & a_{1,10} \\ 1 & a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$\text{Def } A_3^* = \begin{vmatrix} b_{1,3} & a_{1,1} \\ 1 & a_{2,1} \end{vmatrix} \neq 0$$

Полученный определитель подматрицы 2×2 матрицы $A_3 \neq 0$, поэтому ранг $A_3 = 2$. Условие выполнено.

Можно сделать вывод, что достаточное условие идентифицируемости выполняется для всех уравнений структурной формы.

Благодаря построению системы приведенных уравнений мы смогли получить теоретические значения эндогенных переменных. Коэффициенты структурной формы были

оценены методом наименьших квадратов подстановкой их вместо фактических в каждое уравнение структурной формы (табл. 6—8).

Из табл. 6—8 следует:

$$\hat{y}_1 = 3,66 + 0,01y_3 + 0,03x_{10} + 2,01x_8 + 0,02x_3 + 0,01x_1$$

[при $t_{\text{кр.}}$ (3,54), (24), (10,18), (3,53) и (3,2) соответственно];

$$\hat{y}_2 = -0,051 + 0,35y_1 + 0,003x_1 - 0,013x_2$$

[при $t_{\text{кр.}}$ (5,6), (2,69) и (-2,59) соответственно];

$$\hat{y}_3 = 16,06 + 4,61y_1 + 0,59x_3 + 27,69x_6$$

[при $t_{\text{кр.}}$ (1,59), (0,13) и (6,7) соответственно].

Итоговая статистика результатов регрессионного анализа приведена в табл. 9.

Таблица 6

Результаты регрессионного анализа с включением факторов для зависимой переменной Y_1 (Вторая глава)

	β	Стандарт. ошибка – β	B	Стандарт. ошибка – B	$t(22)$	p-знач.
Свобод. член			3,66	1,650	2,22	0,037111
\hat{y}_3	0,30	0,08	0,01	0,003	3,54	0,001830
x_{10}	0,80	0,03	0,03	0,001	24,00	0,000000
x_8	0,85	0,08	2,01	0,198	10,18	0,000000
x_3	0,28	0,05	0,02	0,004	5,53	0,000015
x_1	0,10	0,03	0,01	0,002	3,20	0,004122

Примечание: $R = 0,99034033$, $R^2 = 0,98077398$, Скоррект. $R^2 = 0,97640443$, $F(5,22) = 224,46$ p.

Таблица 7

Результаты регрессионного анализа с включением факторов для зависимой переменной Y_2 (Вторая глава)

	β	Стандарт. ошибка – β	B	Стандарт. ошибка – B	$t(23)$	p-знач.
Свобод. член			-0,051	1,144	-0,04	0,96516
\hat{y}_1	0,67	0,12	0,352	0,063	5,60	0,00001
x_1	0,10	0,04	0,003	0,001	2,69	0,01300
x_2	-0,20	0,08	-0,013	0,005	-2,59	0,01628

Примечание: $R = 0,98348465$, $R^2 = 0,96724206$, Скоррект. $R^2 = 0,96154503$, $F(4,23) = 169,78$ p.

Таблица 8

Результаты регрессионного анализа с включением факторов для зависимой переменной Y_3 (Вторая глава)

	β	Стандарт. ошибка – β	B	Стандарт. ошибка – B	$t(24)$	p-знач.
Свобод. член			-16,06	54,47	-0,29	0,77060
\hat{y}_1	0,15	0,05	4,61	1,59	2,91	0,00770
x_3	0,23	0,05	0,59	0,13	4,69	0,00009
x_6	0,92	0,05	27,69	6,69	6,70	0,00000

Примечание: $R = 0,985169445$, $R^2 = 0,97055883$, Скоррект. $R^2 = 0,96687868$, $F(3,24) = 263,73$ p.

Таблица 9

Итоговая статистика результатов регрессионного анализа с включением факторов для зависимых переменных (Вторая глава)

Показатель	Значение		
	Y_1	Y_2	Y_3
Множест. R	0,99	0,98	0,98
Множест. R^2	0,98	0,96	0,97
Скоррект. R^2	0,97	0,96	0,96
$F(5,22)$	224,46	169,78	263,73
p	4,16430927E-18	1,02272856E-16	1,68550478E-18
Стандартная ошибка оценки	6,75	4,48	14,46

Оценки значимости коэффициентов уравнения, их надежность и информативность свидетельствуют о том, что все коэффициенты структурной формы являются значимыми, т. к. t -значение больше критического значения ($t_{\text{набл}} > t_{\text{кр.}}$). Кроме того, уравнения в целом также являются значимыми, т. к. F -значение [15] больше критического

значения ($F_{\text{набл}} > F_{\text{кр.}}$): $224,46 > 1,97$ для первого уравнения, $169,78 > 1,96$ для второго уравнения и $263,73 > 1,95$ для третьего уравнения. Коэффициент детерминации во всех трех уравнениях $R^2 = 0,97$; $0,96$; $0,96$ близки к 0,9, так уравнения регрессии можно считать достаточно качественными (табл. 10).

Таблица 10

Коэффициенты, характеризующие построенные уравнения

Уравнение	R^2	Скор R^2	$F_{набл}$	\hat{S}	DW
1	0,97	0,98	224,46	6,75	1,78
2	0,96	0,97	169,78	4,48	1,65
3	0,96	0,97	263,73	12,46	1,64

Результаты. Ранжирование факторных признаков по степени их влияния на результивный признак было выполнено с помощью сравнения значений стандартных коэффициентов, и были сделаны следующие выводы:

По первому уравнению можно сделать вывод, что увеличение страховых премий (взносов) по договорам страхования (y_1) происходит за счет роста страховых сумм по договорам страхования (y_3), основных средств (x_{10}), депозитов и прочих размещенных средств в кредитных организациях и банках нерезидентах (x_8), количества договоров страхования, заключенных в отчетном периоде (x_6), и численности агентской сети (x_1). Таким образом, при увеличении основных средств на 1 млрд руб. премии по страхованию жизни увеличатся на 0,03 млрд руб. При увеличении депозитов и прочих размещенных средств в кредитных организациях и банках нерезидентах на 1 млрд руб. премии по страхованию жизни увеличатся на 2,01 млрд руб. При увеличении количества договоров страхования на 1 тыс. ед. премии по страхованию жизни увеличиваются на 0,02 млрд руб. При увеличении размера агентской сети на 1 тыс. ед. премии также увеличиваются на 0,01 млрд руб.

При анализе влияния переменных на выплаты по договорам страхования (y_2) можно заметить, что увеличение страховых премий (взносов) по договорам страхования (y_1) и численности агентской сети (x_1) положительно влияют на увеличение выплат по договорам страхования. Так, при увеличении страховых премий на 1 млрд руб. выплаты по договорам страхования увеличатся на 0,35 млрд руб. При увеличении агентской сети на 1 тыс. ед. выплаты

увеличатся на 0,003 млрд руб. При увеличении отказов в страховой выплате на 1 тыс. ед. выплаты уменьшаются на 0,013 млрд руб. Нужно отметить, что наибольшее влияние на выплаты по договорам страхования оказывают страховые премии.

По третьему уравнению можно сказать, что рост числа страховых сумм по договорам, которые заключены в отчетном периоде (y_3), в первую очередь зависят от прибыли (убытка) после налогообложения (x_6), а также от премий (y_1) и количества договоров страхования, заключенных в отчетном периоде. При увеличении премий по страхованию жизни на 1 млрд руб. страховая сумма по договорам также увеличится на 4,61 млрд руб. Увеличение количества договоров страхования на 1 тыс. ед. приведет к увеличению страховых сумм по договорам на 4,61 млрд руб. Рост прибыли (убытка) после налогообложения на 1 млрд руб. приведет к увеличению страховых сумм по договорам, заключенным в отчетном периоде.

Заключение

Анализируя взаимосвязь показателей страховых компаний через систему структурных уравнений, мы обнаружили, что практически все переменные оказывают влияние друг на друга. Это позволило нам более глубоко изучить причинно-следственные связи, которые лежат в основе изменчивости исследуемых переменных, связанных со страховыми компаниями. Важно отметить, что полученные оценки требуют более детального изучения и уточнения причинно-следственного характера выявленных изменений. Также представляется целесообразным проводить систематический мониторинг состава финансовых показателей страховых компаний и исследовать их влияние не только на страховые премии, выплаты и суммы, но и пробовать брать за зависимые переменные остальные показатели, что позволит получить более точные и надежные результаты, учитывая сложность и взаимосвязь финансовых факторов. Это может быть полезно для страховых компаний при определении тарифов и оценке рисков.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пармузина М. С., Аршинов И. А., Черепанова М. А. Корреляционные и регрессионные исследования зависимостей, проверка адекватности этих связей // E-Scio. 2022. № 4. URL: http://e-scio.ru/wp-content/uploads/2022/05/E-SCIO-4_2022.pdf.
2. Ивин Е. А., Артамонов Н. В., Курбацкий А. Н. Методическое пособие по эконометрике: для социально-экономических специальностей. Вологда: ИСЭРТ РАН, 2018. 184 с.
3. Мыльников М. М., Куликова О. В. Корреляционный и регрессионный анализ количественных показателей выполнения учебных заданий // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 6. С. 61—62.
4. Самородницкий А. А., Мальцева С. А. О проверке статистической гипотезы, связанной с группировкой вариационного ряда // Февральские чтения: сб. материалов науч.-практ. конф. по итогам науч.-исслед. Работы 2020 г. преподавателей Сыктывк. лес. ин-та. Сыктывкар, 2021. С. 75—80.
5. Биджев К. С., Клишина Ю. Е. Структура и потоки финансовых ресурсов страховой компании // Экономика и социум. 2017. № 3(34). С. 301—304.
6. Ибрагимов Р. Д., Нафиков Д. Т., Шарифьянова З. Ф. Управление рисками страховых компаний: современное состояние и перспективы // Инновационная наука. 2016. № 2-1. С. 136—138.
7. Любарская О., Шкреба А., Янин А. Страхование жизни в России: в ожидании перемен: аналит. обзор. Эксперт РА, 2021. 18 с. URL: <https://raexpert.ru/docbank/1ec/496/9e0/5f0c73d8919c33725d0ee29.pdf> (дата обращения: 07.08.2023).
8. Закон РФ от 27 ноября 1992 г. № 4015-1 «Об организации страхового дела в Российской Федерации» (последняя редакция). Доступ из «КонсультантПлюс».
9. Основы страховой деятельности: учеб. для студентов вузов, обуч. по экон. специальностям / отв. ред. проф. Т. А. Федорова. М.: БЕК, 2018. 768 с.
10. Гурненко М. И. Подход к изучению систем одновременных уравнений // Студенческий научный форум: материалы VII Междунар. студ. науч. конф. М.: Академия Естествознания, 2015. URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015014465> (дата обращения: 15.08.2023).

11. Аналитика по рынку страхования жизни от АСН // АСН : агентство страховых новостей. URL: <https://life.asn-news.ru/2021-4> (дата обращения: 12.08.2023).
12. Данные статистической формы отчетности по отдельным страховщикам // Банк России : офиц. сайт. URL: https://cbr.ru/statistics/insurance/report_individual_ins/?UniDbQuery.Posted=True&UniDbQuery.DtType=1&UniDbQuery.To=2020 (дата обращения: 25.07.2023).
13. 12 лучших компаний по страхованию жизни // Expertology. 2021. 21 апр. URL: <https://expertology.ru/12-luchshikh-kompaniy-po-strakhovaniyu-zhizni/> (дата обращения: 25.07.2023).
14. Максимова Т. Г., Попова И. Н. Эконометрика : учеб.-метод. пособие. СПб. : Ун-т ИТМО, 2018. 70 с.
15. Эконометрика : учеб. для вузов / под ред. И. И. Елисеевой. М. : Юрайт, 2021. 449 с.

REFERENCES

1. Parmuzina M. S., Arshinov I. A., Cherepanova M. A. Correlation and regression studies of dependencies, checking the adequacy of these relationships. *E-Scio*. 2022;4. (In Russ.) URL: http://e-scio.ru/wp-content/uploads/2022/05/E-SCIO-4_2022.pdf.
2. Ivin E. A., Artamonov N. V., Kurbatsky A. N. Methodical manual on econometrics: for socio-economic specialties. Vologda, Institute of Socio-Economic Development of Territories of the Russian Academy of Sciences publ., 2018. 184 p. (In Russ.)
3. Mylnikov M. M., Kulikov O. V. Correlation and regression analysis of quantitative indicators of the performance of educational tasks. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii = Modern high technologies*. 2018;6:61—62. (In Russ.)
4. Samorodnitsky A. A., Mal'tseva S. A. On the verification of the statistical hypothesis associated with the grouping of the variation series. *Fevral'skie chteniya = February readings. Collection of materials of the scientific and practical conference based on the results of the 2020 research work of teachers of Syktyvkar Forest Institute*. Syktyvkar, 2021:75—80. (In Russ.)
5. Bijev K. S., Klishina Yu. E. Structure and flows of financial resources of an insurance company. *Ekonomika i sotsium*. 2017;3(34):301—304. (In Russ.)
6. Ibragimov R.D., Nafikov D.T., Sharifyanova Z.F. Risk management of insurance companies: current state and prospects. *Innovatsionnaya nauka = Innovation Science*. 2016;2-1:136—138. (In Russ.)
7. Lyubarskaya O., Shkreba A., Yanin A. Life insurance in Russia: waiting for changes. Analytical review. Expert RA, 2021. 18 p. (In Russ.) URL: <https://raexpert.ru/docbank/1ec/496/9e0/5f0c73d8919c33725d0ee29.pdf> (accessed: 07.08.2023).
8. Law of the Russian Federation of November 27, 1992 No. 4015-1 “On the organization of insurance business in the Russian Federation” (latest edition). Available at LRS ConsultantPlus. (In Russ.)
9. Fundamentals of insurance activity. Textbook for university students studying in economic specialties. T. A. Fedorova (ed.). Moscow, BEK, 2018. 768 p. (In Russ.)
10. Gurmenko M. I. Approach to the study of systems of simultaneous equations. *Studencheskii nauchnyi forum = Student Scientific Forum. Proceedings of the VII international student scientific conference*. Moscow, Akademiya Estestvoznaniya, 2015. (In Russ.) URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015014465> (accessed: 15.08.2023).
11. Analytics on the life insurance market from Insurance News Agency. *Insurance News Agency*. (In Russ.) URL: <https://life.asn-news.ru/2021-4> (accessed: 12.08.2023).
12. Data of the statistical reporting form by individual insurers. *Bank of Russia. Official website*. (In Russ.) URL: https://cbr.ru/statistics/insurance/report_individual_ins/?UniDbQuery.Posted=True&UniDbQuery.DtType=1&UniDbQuery.To=2020 (accessed: 25.07.2023).
13. The 12 best life insurance companies. *Expertology*. April 21, 2021. (In Russ.) URL: <https://expertology.ru/12-luchshikh-kompaniy-po-strakhovaniyu-zhizni/> (accessed: 25.07.2023).
14. Maksimova T. G., Popova I. N. Econometrics. Educational manual. Saint Petersburg, ITMO University publ., 2018. 70 p. (In Russ.)
15. Econometrics. Textbook for universities. I. I. Eliseeva (ed.). Moscow, Yurait, 2021. 449 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 30.08.2023; одобрена после рецензирования 18.09.2023; принята к публикации 13.10.2023.
The article was submitted 30.08.2023; approved after reviewing 18.09.2023; accepted for publication 13.10.2023.