

---

## **АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ<sup>1</sup>**

---

**Кумратова Альфира Менлигуловна<sup>1</sup>**, канд. экон. наук, доц.

**Попова Елена Витальевна<sup>1</sup>**, д-р экон. наук, проф.

**Шапошникова Ольга Ивановна<sup>2</sup>**, канд. физ.-мат. наук, доц.

**Третьякова Наталья Владимировна<sup>3</sup>**, канд. экон. наук

<sup>1</sup> Кубанский государственный аграрный университет, ул. Калинина, 13, Краснодар, Россия, 350044; e-mail: kumratova.a@edu.kubsau.ru

<sup>2</sup> Северо-Кавказская государственная академия, ул. Ставропольская, 36, Черкесск, Россия, 369001; e-mail: novolgashap@mail.ru

<sup>3</sup> Ростовский государственный экономический университет, филиал в г. Черкесске, ул. Красная, 3, Черкесск, Россия, 369000; e-mail: rseu.kchr@mail.ru

*Цель:* предлагаемое авторами исследование наглядно демонстрирует комплексный подход к анализу и прогнозу в вопросах принятия управленческих решений в страховом деле, учитывая тот факт, что страховые компании имеют поддержку в виде принимаемых законов и решений на государственном уровне. *Обсуждение:* используя комплексный механизм работы алгоритмов фазового анализа и линейного клеточного автомата и использование методов визуализации и анализа данных авторами, наглядно показан получаемый синергетический эффект от исследования сложных социально-экономических процессов в разрезе результатов триады: исходного временного ряда, ряда его приращений и агрегированных данных. *Результаты:* практическая реализация комплексных экономико-математических прогнозных моделей на базе данных действующей страховой компании показала свою полезность с точки зрения планирования их деятельности, анализа и внедрения новых подходов и технологий продаж страховыми продуктами.

**Ключевые слова:** страховая компания, предпрогнозный анализ, критерии риска, фазовый анализ, линейный клеточный автомат, прогноз.

**DOI:**

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта 19-010-00415 А.

## **Введение**

Согласно Закону РФ от 27.11.1992 № 4015-1 (ред. от 02.07.2021) «Об организации страхового дела в Российской Федерации» [1], страхование – отношения по защите интересов физических и юридических лиц, Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований при наступлении определенных страховых случаев за счет денежных фондов, формируемых страховщиками из уплаченных страховых премий (страховых взносов), а также за счет иных средств страховщиков.

По итогам и анализу страхового рынка России за 2020 год [2], ЦБ России 5 марта 2021 года опубликовал статистические показатели страховых компаний за 2020 год. Согласно данным за прошлый год, объем подписанных премий увеличился на 3.9%, а объем произведенных выплат увеличился на 7.8%.

Рынок страхования на сегодняшний день для предпринимателя – это рынок новых возможностей. Условия жизни обусловлены огромным количеством рисков таких, как сложные заболевания, аварии на предприятиях, автомобильные аварии, авиакатастрофы. Десятки страховых компаний вышли на рынок с разными страховыми программами как жизни, так и от несчастных случаев. Имеется ряд программ пожизненного страхования, когда человек может застраховать себя или родственника и получить сумму страховки срочно, имея на руках свидетельство о смерти, причем в течение суток. Таким образом, если раньше старшее поколение собирало так называемые «гробовые» и хранили их под подушкой, то в настоящее время именно предлагаемые страховые инструменты помогают финансово поддерживать родственников в сложный момент и обеспечить сохранность средств от посягательств мошенников.

Развитие национального страхового рынка поддерживается государственными решениями. Законодательно определено, что у самой страховой компании всегда должен быть страховщик на непредвиденный случай, который может взять на себя обязательства этой компании перед клиентами.

Рынок страховых услуг в своей основе опирается на статистические данные и целостную систему оценки страховых рисков. Изменяющиеся условия требуют переоценки и определения стратегий управления рисками, используя современные инструменты и методы прогнозирования.

Авторы в настоящей работе предлагают использовать комплексно анализ и прогноз для принятия управленческих решений в страховом деле. Основа любой страховой деятельности – это наличие прежде всего клиента, заинтересованного приобрести страховой продукт. Именно количество застрахованных клиентов является основным показателем эффективности работы страховой компании.

Подготовка данных к анализу и далее использование этих данных как входных данных прогнозных моделей представляет собой отдельный подготовительный этап исследования.

Так, авторами подготовлены базовые временные ряды (ВР): ВР данных мужчин и женщин ежедневно застрахованных, отдельные ежедневные ВР по половому признаку и агрегированные еженедельные ВР, а также их приращения [3].

Используя теорию исследования временных рядов, авторы наглядно показывают, что именно определенная упорядоченность данных во времени позволяет определить или спрогнозировать последующее значение этого ВР.

### Методология исследования

Графическое представление ежедневных данных в комплексе на круговых гистограммах наглядно показывает, что женщины наиболее ответственно подходят к вопросам здоровья и страхования жизни: 2016 год – количество застрахованных 3122 чел. / 77,6% женщин и 899 чел. / 22,4 мужчин, эта тенденция соответствует и последующим годам с ростом доли застрахованных мужчин 2017 г. – 25,9%, 2018 г. – 28,7%, 2019 г. – 29,1%.

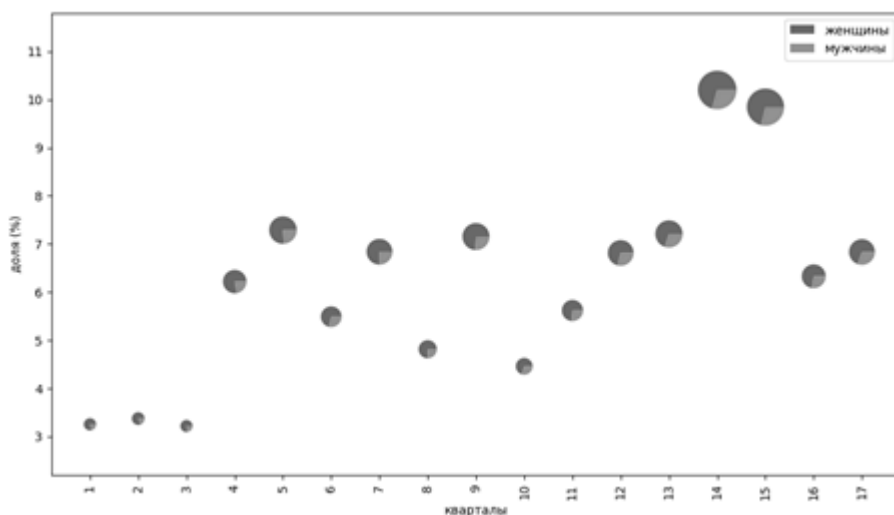


Рис. 1. Комплексное представление динамики и долевое распределение застрахованных мужчин и женщин поквартально в период с 2016 по 2019 г.

Визуализация графических данных на рисунке 1 подтверждает факт большей активности женщин в вопросах страхования жизни. В каждом квартале с IV квартала 2015 года по IV квартал 2019 года включительно доля женщин, заключивших договора страхования жизни ~80% ( $\Delta 1 - 2\%$ ), соответственно мужчин ~20% ( $\Delta 1 - 2\%$ ). Тенденция долевого состава по половому признаку постоянна на протяжении 4 лет. Динамика развития страховой компании с точки зрения количества заключенных договоров, как видно на рисунке 1, положительная: прирост в 2017 году составил 21%, за четыре года 65%.

Для наглядности и визуального восприятия табличных данных авторы

предлагают использовать инфографику в цвете. За основу окраски ячейки таблицы берется значение, наибольшее в матрице данных, в нашем случае это значение 854 договора в марте 2019 года. Графическое представление в ячейках нижней итоговой строки дает возможность аналитику видеть тенденции всего года, включая выделенные минимальные значения (красные точки) и максимальные значения (зеленые точки).

Таблица 1

Динамика изменения ежемесячного количества застрахованных за период с 2016 по 2019 г.

Месяц	годы				Изм.2019 г. к 2018 г.	
	2016	2017	2018	2019	%	шт.
Январь	173	336	213	517	142,72	304
Февраль	316	306	310	669	115,81	359
Март	186	456	369	854	131,44	485
Апрель	121	489	396	711	79,55	315
Май	223	436	377	704	86,74	327
Июнь	300	443	351	554	57,83	203
Июль	470	346	487	388	-20,33	-99
Август	379	243	401	293	-26,93	-108
Сентябрь	395	374	475	585	23,16	110
Октябрь	440	488	455	497	9,23	42
Ноябрь	484	465	561	442	-21,21	-119
Декабрь	534	478	426	428	0,47	2

Как видно из таблицы, наибольший прирост количества заключенных договоров в 2019 году по сравнению с 2018 г. произошел в первой половине года, что скорректировало провалы с июля по декабрь и дало положительную тенденцию +38% в 2019 г. относительно общего значения 2018 года.

Сравнительный анализ полученных характеристик и свойств прогнозируемости временных рядов и его других формаций (приращение и агрегирование) представляет интерес для дальнейшего исследования. Авторами исследованы агрегированные еженедельные данные: всех застрахованных клиентов, по застрахованным мужчинам, по застрахованным женщинам, а также временные ряды их приращений (календарный отрезок времени за период с 03.11.2015 по 15.12.2019).

Таблица 2 демонстрирует значения рискованных показателей для каждого отдельно исследуемого ВР. Анализ расчетных показателей таблицы 2 позволяет сделать следующие выводы:

– длины квазициклов с наибольшей частотой равны соответственно 5

и 6 (недель), что в среднем позволит составить среднесрочный прогноз на 1,5 месяца календарного периода;

Таблица 2

Показатели, полученные на базе методов нелинейной динамики по количеству заключенных договоров личного страхования для агрегированных еженедельных временных рядов и их приращений

Методы нелинейной динамики	Наименование временного ряда	ВР «Основной»	Приращения основного ВР	ВР «Мужчины»	Приращения ВР «Мужчины»	ВР «Женщины»	Приращения ВР «Женщины»
	Показатели						
Фазовый анализ	Длина квазициклов с наибольшей частотой	5, 6	5, 6	5, 6	4, 5, 6	5, 6	5, 6
	Частота длины квазициклов	19, 14	25, 12	14, 16	9, 13, 17	26, 10	27, 9
Линейный клеточный автомат	Прогноз (чел.)	85	168	31	49	44	90
	Глубина памяти	8	9	8	8	7	9
	Ошибка прогноза (%)	30,3	22,4	31,6	20,5	32,8	22,4
	MAE (%)	23,2	26,7	6,5	8,16	18,6	19,27

– одной из предпрогнозных характеристик является наибольшая частота длины квазициклов, которая характеризует свойство «const» у исследуемого процесса. У ВР «Женщины» и ряда приращений самое высокое значение данного показателя, который означает наличие часто встречаемых 5- и 6-недельных квазициклов. В данном контексте можно говорить о наличии свойства трендоустойчивости исследуемого процесса;

– для исследуемых исходных временных рядов значение глубины памяти варьируется в диапазоне от 7 до 9. Последнее означает, что исследуемые процессы обладают свойством трендоустойчивости [4];

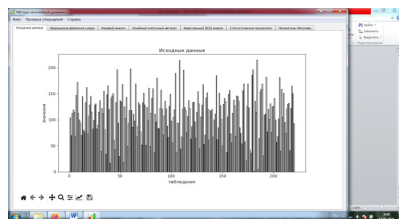
– результаты, полученные на базе линейного клеточного автомата (столбец «Ошибка прогноза») для агрегированных еженедельных временных рядов приращений количества заключенных договоров личного страхования, значительно лучше (ниже), чем для исходных ВР. Ошибка прогноза для агрегированных еженедельных временных рядов приращений не превышает 22,4% и на порядок ниже, чем у исходных данных. Отметим, что для природных процессов апробация алгоритма ЛКА показывает ошибку прогноза не более 25% [5].

– средняя абсолютная ошибка MAE для исходных агрегированных еженедельных ВР варьируется в диапазоне (6,5; 23,2). Прогнозная модель с достаточно высокой точностью составлена для ВР «Мужчины», т.к. для него получено наименьшее значение MAE.

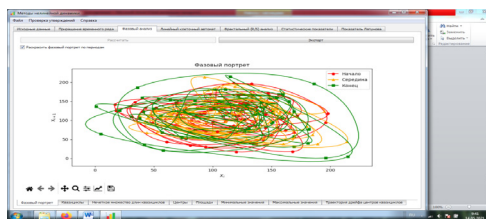
Подробное описание алгоритма работы фазового анализа и линейно-го клеточного автомата представлено в источниках [6, 7].

### Обсуждение результатов

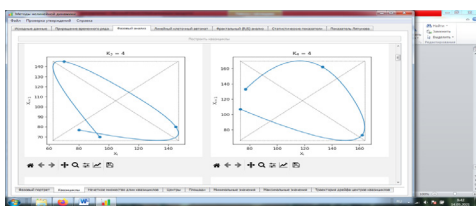
На рисунках 2, 3 представлена авторская разработка «Методы нелинейной динамики» [8], в которой заложены вышеперечисленные алгоритмы методов нелинейной динамики. В качестве примера представлены результаты исследования над приращениями агрегированных еженедельных данных по застрахованным женщинам.



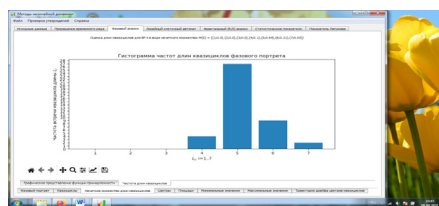
а) гистограмма ряда



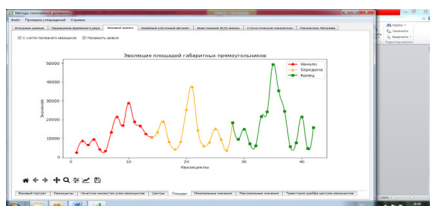
б) фазовый портрет



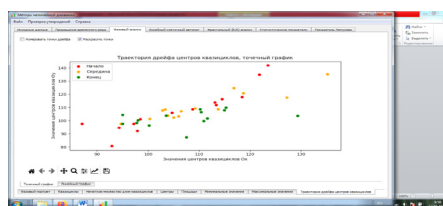
в) квазициклы



г) гистограмма частот длин квазициклов



д) динамика движения площадей габаритных прямоугольников квазициклов



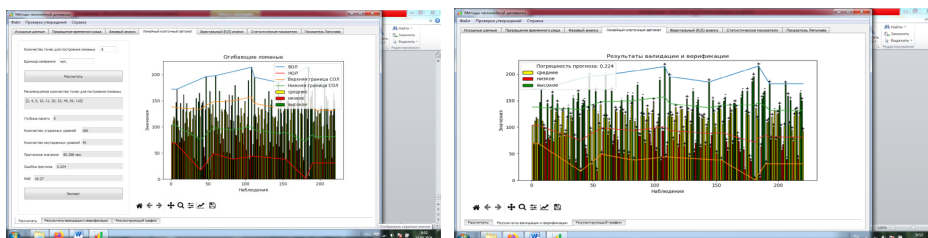
е) траектория движения центров габаритных прямоугольников квазициклов

Рис. 2. Интерфейс программы «Методы нелинейной динамики» в исследовании приращений агрегированных еженедельных данных по застрахованным женщинам на базе алгоритма фазового анализа

Для удобства визуализации точки фазового портрета разделены на три равных подпериода и окрашены в цвета: первый подпериод временного

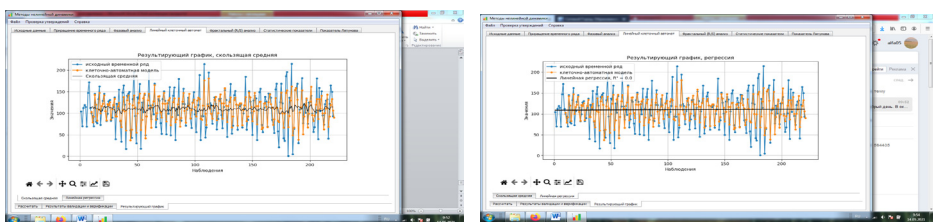
ряда в красный цвет, второй – в желтый цвет, третий – в красный (в соответствии с рисунком 2б). Наибольшие значения присущи третьему подпериоду, что в целом означает увеличение количества заключаемых договоров личного страхования у женщин. На рисунке 2в представлены типичные примеры найденных квазициклов исследуемого ряда с указанием длин. Гистограмма длин частот представлена на рисунке 2г. Наиболее часто встречаемая длина у выявленных квазициклов равна 5 (неделям), что представляет собой предпрогнозную информацию и наличия циклов у исследуемого процесса. Согласно алгоритму работы фазового анализа, построены графики движения площадей и траектории динамики центров габаритных прямоугольников квазициклов (в соответствии с рисунками 2д, 2е). Динамике движения площадей габаритных прямоугольников квазициклов характерны реверсы спад/подъем для всех подпериодов ряда. Относительно траектории движения центров габаритных прямоугольников квазициклов можно отметить следующее: отсутствует группировка данных по каждому подпериоду, данные рассеяны практически равномерно, что означает наличие высоких и низких значений во всех трех подпериодах временного ряда.

На рисунке 3 представлены результаты работы построения прогнозной модели на базе линейного клеточного автомата. В качестве построения прогнозной модели выбрана классическая трехцветная раскраска: низкие значения исследуемого временного ряда окрашены в красный цвет, средние – в желтый, высокие – в зеленый. На рисунках 3а и 3б представлены соответственно результаты работ этапов «Верификация» и «Валидация» ЛКА. Сам исходный ряд приращений агрегированных еженедельных данных по застрахованным женщинам является волатильным с присущими ему резкими реверсами спад/подъем, построенная прогнозная модель практически «повторяет» динамику поведения ряда. Построенная скользящая средняя значительно усредняет значения и в данном случае не может быть применима для построения прогнозной модели (в соответствии с рисунком 3в). Что касается рисунка 3г можно отметить, что построенная регрессия лишь указывает направление процесса, в данном случае имеем практически стационарный процесс с точки зрения регрессионного анализа. Однако проведенное исследование показывает, что это не так.



а) верификация ЛКА

б) валидация ЛКА



в) ЛКА и скользящая средняя

г) ЛКА и регрессия

Рис. 3. Интерфейс программы «Методы нелинейной динамики» в исследовании приращений агрегированных еженедельных данных по застрахованным женщинам на базе алгоритма линейного клеточного автомата

Еженедельный временной ряд прироста числа застрахованных имеет высокую волатильность, что подтверждает факт правильного выбора методов и инструментов нелинейной науки для изучения динамики и построения прогнозных значений [7, 9, 10].

Используя механизм работы алгоритмов фазового анализа и линейного клеточного автомата, важен получаемый синергетический эффект от исследования сложных социально-экономических процессов в разрезе результатов триады: исходного временного ряда, ряда его приращений и агрегированных данных.

Полученные авторами прогнозы показывают результаты прогнозных значений и выявленную специфику, такую как вложенная цикличность (в более длинные циклы вложены мелкие), при сохраняющемся подходе в страховой компании к реализации страховых продуктов, без внедрения новых технологий продаж.

Таким образом, представленные в настоящем исследовании комплексные экономико-математические прогнозные модели весьма полезны для страховых компаний с точки зрения стратегического планирования [11] их деятельности, анализа и внедрения новых подходов и технологий продаж страховыми продуктами. Считаем, что предложенные авторские методы и модели представляют интерес для разработчиков информационно-аналитических систем для поддержки принятия управленческих решений [6, 12].

#### Список источников

1. Законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации. Доступно: <https://legalacts.ru/doc/zakon-rf-ot-27111992-n-4015-1-o/>
2. Адаптация математических методов и моделей фрактального анализа к исследованию агрегированных экономиче-

- ских временных рядов данных страховой компании / К.А. Ковалева, А.М. Кумратова, Л.А. Чикатуева, И.И. Василенко // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2020, по. 11(131), с. 45-54.
3. Алещенко В.В. Вопросы стратегического планирования: практика регио-



нального измерения // *Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование*, 2012, т. 5, по. 4, с. 24-32.

4. Итоги и анализ страхового рынка России за 2020 год. Доступно: <https://calmins.com/itogi-i-analys-strahovogo-rynka-rossii-za-2020-god/>

5. Кричевский М.Л. *Интеллектуальные методы в менеджменте*. Санкт-Петербург, Питер, 2005.

6. Кумратова А.М. Снижение экономического риска на базе предпрогнозного анализа / А.М. Кумратова, Е.В. Попова, Н.С. Курносова, М.И. Попова // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2015, по. 3 (63), с. 18-28.

7. Кумратова А.М., Сивков К.А. *Методы нелинейной динамики: свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016661998*, 26.01.2020. Заявка № 2016618249 от 29.01.2020.

8. Моделирование деятельности страховых компаний методами нелинейной динамики: монография (Научное изда-

ние) / В.А. Перепелица, Е.В. Попова, К.А. Комиссарова. Краснодар, КубГАУ, 2007.

9. Орлянская Н.П. Информационная технология бухгалтерского учета на предприятиях среднего и малого бизнеса : специальность 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Орлянская Наталья Петровна. Краснодар, 2001.

10. Петерс Э. *Хаос и порядок на рынках капитала*. Москва, Мир, 2000.

11. Перепелица В.А. Прогнозирование природного временного ряда на базе модели клеточного автомата / В.А. Перепелица, М.Д. Касаева // *Современные аспекты экономики*, 2002, по. 9(22), с. 201-208.

12. Янгишиева А.М. *Моделирование экономических рисков методами нелинейной динамики (на материалах Карачаево-Черкесской Республики)*. Автореферат дис. ... кандидата экон. наук / СГУ. Ставрополь, 2005.

---

# ANALYSIS AND FORECASTING OF THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC PROCESSES

---

**Kumratova Alfira Menligulovna**<sup>1</sup>, Cand. Sc. (Econ.)

**Popova Elena Vitalievna**<sup>1</sup>, Dr. Sc. (Econ.)

**Shaposhnikova Olga Ivanovna**<sup>2</sup>, Cand. Sc. (Phys.-Math.)

**Tretyakova Natalia Vladimirovna**<sup>3</sup>, Cand. Sc. (Econ.)

<sup>1</sup> Kuban State Agrarian University, st. Kalinina, 13, Krasnodar, Russia, 350044; e-mail: kumratova.a@edu.kubsau.ru

<sup>2</sup> North Caucasus state Academy, st. Stavropolskaya, 36, Cherkessk, Russia, 369001; e-mail: novolgashap@mail.ru

<sup>3</sup> Rostov State University of Economics, branch in Cherkessk, st. Krasnaya, 3, Cherkessk, Russia, 369000; e-mail: rseu.kchr@mail.ru

*Purpose:* the research proposed by the authors clearly demonstrates an integrated approach to analysis and forecasting in matters of managerial decision-making in the insurance business, taking into account the fact that insurance companies have support in the form of laws and decisions adopted at the state level. *Discussion:* using the complex mechanism of the operation algorithms of phase analysis and linear cellular automaton and the use of methods of visualization and analysis of data by the authors clearly shows the synergetic effect obtained from the study of complex socio-economic processes in the context of the results of the triad: the initial time series, a number of its increments and aggregated data. *Results:* the practical implementation of complex economic and mathematical forecasting models on the basis data of the existing insurance company showed, demonstrated its usefulness in terms of planning their activities, analyzing and implementing new approaches and technologies for sales of insurance products.

**Keywords:** insurance company, pre-forecast analysis, risk criteria, phase analysis, linear cellular automaton, forecast.

## References

1. Zakony, kodeksy i normativno-pravovyye akty Rossiyskoy Federatsii [Laws, codes and regulations Russian Federation]. Available at: <https://legalacts.ru/doc/zakon-rf-ot-27111992-n-4015-1-o>. (In Russ.)
2. Adaptatsiya matematicheskikh metodov i modeley fraktal'nogo analiza k issledovaniyu agregirovannykh ekonomicheskikh vremennykh ryadov danykh strakhovoy kompanii / K.A. Kovaleva, A.M. Kumratova, L.A. Chikatuyeva, I.I. Vasilenko // *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya* [Adaptation of mathematical methods and models of fractal analysis to the study of aggregated economic time series of insurance company data], 2020, no. 11(131), pp. 45-54. (In Russ.)

3. Aleshchenko V.V. Voprosy strategicheskogo planirovaniya: praktika regional'nogo izmereniya. Problemnyy analiz i gosudarstvenno-upravlencheskoye proyektirovaniye [Strategic planning issues: practice of regional change], 2012, T. 5, no. 4, pp. 24-32. (In Russ.)
4. Itogi i analiz strakhovogo rynka Rossii za 2020 god [Results and analysis of insurance risk in Russia for 2020]. Available at: <https://calmins.com/itogi-i-analys-strahovogo-rynka-rossii-za-2020-god/> (In Russ.)
5. Krichevskiy M.L. *Intellektual'nyye metody v menedzhmente*. [Intelligent methods in management]. St. Peterburg, Piter, 2005. (In Russ.)
6. Kumratova A.M. Snizheniye ekonomicheskogo riska na baze predprognoznogo analiza / A. M. Kumratova, Ye. V. Popova, N. S. Kurnosova, M. I. Popova. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2015, no. 3 (63), pp. 18-28. (In Russ.)
7. Kumratova A.M., Sivkov K.A. *Metody nelineynoy dinamiki: svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM RU 2016661998*, 26.01.2020. Zayavka № 2016618249 ot 29.01.2020 [Nonlinear dynamics methods: certificate of registration of the program for EVM RU]. (In Russ.)
8. Modelirovaniye deyatel'nosti strakhovykh kompaniy metodami nelineynoy dinamiki: monografiya (Nauchnoye izdaniye) /V. A. Perepelitsa, Ye. V. Popova, K. A. Komissarova. Krasnodar, KubGAU, 2007. [Modeling the activities of insurance companies using nonlinear dynamics methods]. (In Russ.)
9. Orlyanskaya N.P. Informatsionnaya tekhnologiya bukhgalterskogo ucheta na predpriyatiyakh srednego i malogo biznesa: spetsial'nost' 05.13.01 "Sistemnyy analiz, upravleniye i obrabotka informatsii (po otraslyam)": dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Orlyanskaya Natal'ya Petrovna. Krasnodar, 2001. (In Russ.)
10. Peters E. Khaos i poryadok na rynkakh kapitala. Moscow, Mir, 2000. [Chaos and order in capital markets]. (In Russ.)
11. Perepelitsa V.A. Prognozirovaniye prirodnoy vremennogo ryada na baze modeli kletchnogo avtomata / V.A. Perepelitsa, M.D. Kasayeva. *Sovremennyye aspekty ekonomiki*, 2002, no. 9(22), pp. 201-208. (In Russ.)
12. Yangishiyeva A.M. *Modelirovaniye ekonomicheskikh riskov metodami nelineynoy dinamiki* (na materialakh Karachayevo-Cherkesskoy Respubliki). Avtoreferat dis. ... kandidata ekon. nauk / SGU. Stavropol', 2005. [Modeling economic risks using nonlinear dynamics methods]. (In Russ.)