

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ
ЭКОНОМИКИ

УДК 338.27

DOI: 10.26456/2219-1453/2024.4.125–138

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ
СИТУАЦИОННОГО РЕАГИРОВАНИЯ НА ПРОСТРАНСТВЕННОЕ
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ

И.А. Еремина, В.В. Валласк

ФГАУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого», г. Санкт-Петербург

Целью исследования является разработка методологических основ прогнозирования экономических показателей в условиях ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов. Предметом исследования выступают методы прогнозирования экономических показателей с использованием временных рядов и последующим формированием вектора проактивного развития пространственного развития региональных экономических систем. Проведенный анализ сезонности во временных рядах прогнозирования экономических показателей с учетом циклического доминирования и построения различных модифицированных рядов дает основание говорить о необходимости их структурной декомпозиции за счет поэтапного отбрасывания данных и модификаций на основе их возможного перемещения и с учетом пространственного перераспределения. Научная новизна проведенного исследования заключается в разработке методологических основ прогнозирования экономических показателей в условиях ситуационного реагирования на основе сглаживания деформаций временных рядов, их перемещения и определения уровня сезонности с учетом пространственного распределения ресурсов. Практическое применение разработанного авторами инструментария приведет к повышению качества экономических прогнозов, полученных по линейным регрессионным моделям, за счет предварительной обработки исходных данных и установления циклического доминирования модифицированных рядов с учетом ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов.

***Ключевые слова:** методология прогнозирования; ситуационное реагирование; циклическое доминирование; структурные модификации; линейная регрессионная модель; устойчивость экономических прогнозов.*

Введение

В условиях использования большого объема данных в экономических исследованиях важной задачей в современных реалиях является своевременное ситуационное реагирование на протекающие трансформации. Игнорирование ситуационных изменений, протекающих в современных экономических процессах, может привести к существенному ухудшению качества математической модели и искажению реальной экономической

ситуации. Это в свою очередь обуславливает важное значение комплексного прогнозирования статистических данных. Роль прогнозирования в условиях ситуационного реагирования в современном экономическом обществе постоянно растет, так как с каждым годом возрастает уровень информатизации, при этом увеличивается экономическая неопределенность в экономике, что имеет большое значение как для региональной практики, так и для государства в целом. Также прогнозирование очень отличается по своему содержанию (демографическое, социальное, экономическое, экологическое, прогнозирование природных ресурсов и т.п.). В зависимости от цели прогнозы бывают нормативные и поисковые. Первые используют заранее намеченные цели, определяют сроки и пути их достижения. Поисковые же прогнозы, напротив, сохраняют тенденции прошлого развития какого-либо явления для выявления его будущего развития [1, с. 540]. Также экономическое прогнозирование отличается и по масштабам прогнозирования: глобальные (крупные мировые регионы или даже мир в целом); макроэкономические (экономика страны); региональные; структурные (межрегиональные или межотраслевые); отраслевых комплексов; первичных звеньев экономики (фирмы и предприятия). Ситуационное реагирование на пространственное распределение ресурсов в региональной экономике требует комплексного подхода, включающего анализ текущего состояния, гибкость и адаптивность, использование современных технологий, межрегиональное сотрудничество, оценку и корректировку действий, а также учет специфики регионов. Методы ситуационного реагирования должны быть гибкими и адаптивными, чтобы оперативно реагировать на изменения в распределении ресурсов. Это включает в себя разработку сценариев и планов действий на случай различных ситуаций [2, с. 39]. Экономическое прогнозирование решает в условиях ситуационного реагирования несколько важнейших задач. Во-первых, необходимо сформировать научно-обоснованную и при этом объективную картину будущих процессов, опираясь на текущие показатели. Во-вторых, нужно на основании прогнозных оценок выбирать направления экономической деятельности. В-третьих, следует выявить те факторы в настоящем, которые будут оказывать свое влияние и в будущем на исследуемые явления.

Авторы выделяют следующие функции прогнозирования в рамках ситуационного моделирования экономического пространства: анализ социально-экономических процессов и тенденций с научной точки зрения; прогнозирование новых экономических ситуаций; выявление экономических проблем; оценка объекта прогнозирования; определение перспектив развития экономики; принятие оптимальных решений; анализ экономических процессов и явлений в конкретных условиях. Для данного исследования большое значение имеет анализ современных методов и моделей прогнозирования с адаптацией под ситуационные изменения. В связи с этим большую роль в прогнозировании экономических показателей занимает прогнозирование с использованием временных рядов.

Как уже было отмечено, важнейшей задачей при изучении временных рядов является поиск и обнаружение основных тенденций, выраженных

неслучайной составляющей. Существует множество способов и подходов учета неизбежной ошибки при моделировании временных рядов, рассматриваемых экономических показателей [3, с. 254]. Итогом перехода в условиях ситуационных изменений является построение модели, каждый уровень которой представляет собой нечеткое число треугольного типа, модальное значение которого совпадает с соответствующим дискретным значением четкой модели, а носитель нечеткого числа содержит в себе (существует определенное значение функции принадлежности) значение соответствующего уровня реального ряд. Таким образом, нечеткая модель учитывает ошибку ситуационных изменений в экономических процессах. Для расчетов авторами применялся программный комплекс STATISTICA 10.0, эта система предназначена для построения достаточно точных прогнозов в разных областях.

Авторская методология прогнозирования экономических показателей в условиях ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов включает в себя несколько основных этапов.

1 Этап. Выявление и анализ сезонности во временных рядах прогнозирования экономических показателей. Методология была протестирована с использованием анализа средних денежных доходов населения в Российской Федерации. В процессе оценки были выполнены следующие задачи по прогнозированию: 1. Визуализация данных о средних денежных доходах населения для выявления сезонных тенденций. 2. Определены тенденции сезонности методом Seasonal decomposition 1 в условиях ситуационного экономического развития. 3. Выявлена сезонность экономического показателя на основе метода X11/Y2k (Census 2). В качестве исходной базы для дальнейшего применения метода Seasonal decomposition 1 с целью проведения своевременной сезонной корректировки в условиях ситуационного реагирования будем анализировать временной ряд среднедушевых денежных доходов населения в Российской Федерации, данные за период с I квартала 2013 г. по II квартал 2022 г. Для начала важно визуализировать данный временной ряд в графическом виде для понимания проактивного развития анализируемого в поквартальной динамике показателя. На основе полученных данных в рассматриваемом динамическом ряду присутствует сезонная и трендовая составляющая, результаты анализа представлены на рис. 1. Далее в рамках исследования выявим тенденции сезонности в условиях ситуационного реагирования показателя: среднедушевые денежные доходы населения на основе классической сезонной корректировки. Для проводимого исследования целесообразно выбрать расширенные опции статистического анализа. Данный инструментальный сезонной корректировки дает выбрать две формы, такие как аддитивную или мультипликативную. Применив соответствующий функционал, авторами была решена задача формирования сезонного лага, для нашего показателя – это четыре квартала, в дальнейшем можно усилить исследование и рассмотреть месячную разбивку с точки зрения своевременного ситуационного реагирования.

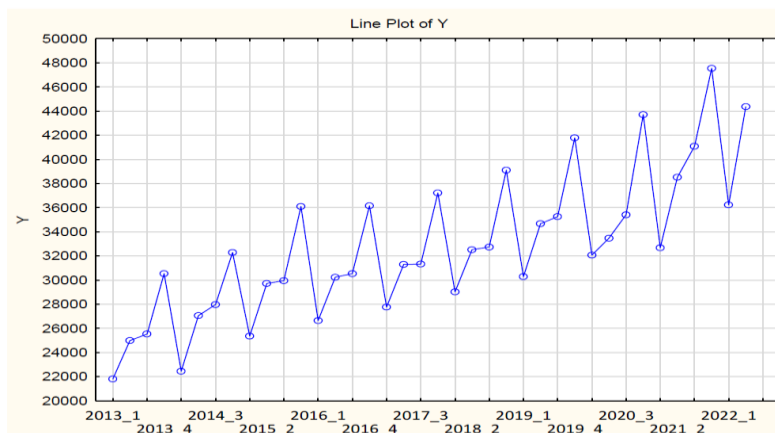


Рис. 1. Результаты графического анализа динамики среднедушевых денежных доходов населения в Российской Федерации с I квартала 2013 г. по II квартал 2022 г, руб. в мес.

Источник: выполнено авторами в STATISTICA 10.0

Для анализа временного ряда среднедушевых денежных доходов населения мы остановили свой выбор на мультипликативной модели. Она является удачным решением в условиях комплексного ситуационного реагирования на различные структурные преобразования, которые в свою очередь негативно влияют на протекающие процессы. Данная модель позволяет учитывать влияние различных факторов на экономические показатели и использовать их для прогнозирования в условиях ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов, результаты представлены в табл.1.

Таблица 1

Скорректированные показатели позволяющие реагировать на ситуационные преобразования во временном ряду

t	Y	Y_2	t	Y_1	Y_2
1	21800,000	87,081	20	37224,600	115,878
2	24990,400	98,430	21	29028,100	87,081
3	25528,700	98,610	22	32521,900	98,430
4	30532,900	115,878	23	32739,000	98,610
5	22457,100	87,081	24	39111,000	115,878
6	27059,300	98,430	25	30292,000	87,081
7	27964,600	98,610	26	34672,800	98,430
8	32285,000	115,878	27	35261,900	98,610
9	25364,000	87,081	28	41780,400	115,878
10	29723,100	98,430	29	32072,100	87,081
11	29945,500	98,610	30	33476,200	98,430
12	36099,800	115,878	31	35412,500	98,610
13	26646,200	87,081	32	43712,900	115,878
14	30234,000	98,430	33	32682,600	87,081
15	30539,500	98,610	34	38517,900	98,430
16	36149,500	115,878	35	41084,700	98,610
17	27763,000	87,081	36	47539,300	115,878
18	31306,600	98,430	37	36233,600	87,081
19	31325,000	98,610	38	44373,700	98,430

Источник: рассчитано авторами в STATISTICA 10.0

На рис. 2 представлены результаты корректировки показателя среднедушевых денежных доходов населения с учетом сезонной и тренд-циклической составляющих динамического ряда графически.

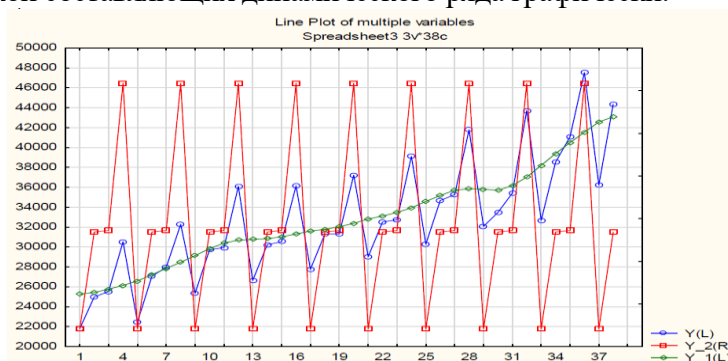


Рис. 2. Результаты сезонной корректировки ряда значений по показателю среднедушевых доходов методом сезонной декомпозиции с учетом сезонной и тренд-циклической составляющих динамического ряда

Источник: выполнено авторами в STATISTICA 10.0

Полученные результаты говорят о том, что наблюдается волнообразные детерминированные периоды в четвертом квартале и с минимальным значением в первом квартале. Далее переходим к решению следующей задачи: определение сезонности экономического показателя на основе метода сезонной корректировки. Метод сезонной корректировки используется для устранения сезонных колебаний в данные и получения более точных и стабильных оценок трендов и циклов. Этот метод особенно полезен в экономике, где многие показатели подвержены сезонным изменениям. Процедура корректировки разбивается на семь ключевых стадий (А – Г).

А. Априорная корректировка (помесячная сезонная корректировка). Этот этап анализа не был признан практически значимым для изучаемых показателей, поэтому априорная корректировка не проводилась. Однако в будущих исследованиях такая корректировка может потребоваться для оперативного планирования и реагирования на ситуации.

В. Предварительное оценивание вариации распределения по кварталам и весов. Результаты предварительного оценивания вариации поквартальной разбивки и весов представлены на рис. 3.

B 1. Original series					
Total: 12455e2 Mean: 32775,0 St.Dv: 5936,88					
Y					
Year	1st Quarter	2nd Quarter	3rd Quarter	4th Quarter	Total
2013	21800,00	24990,40	25528,70	30532,90	102852,0
2014	22457,10	27059,30	27964,60	32285,00	109766,0
2015	25364,00	29723,10	29945,50	36099,80	121132,4
2016	26646,20	30234,00	30539,50	36149,50	123569,2
2017	27763,00	31306,60	31325,00	37224,60	127619,2
2018	29028,10	32521,90	32739,00	39111,00	133400,0
2019	30292,00	34672,80	35261,90	41780,40	142007,1
2020	32072,10	33476,20	35412,50	43712,90	144673,7
2021	32682,60	38517,90	41084,70	47539,30	159824,5
2022	36233,60	44373,70			80607,3
Avg	28433,87	32687,59	32200,15	38270,61	0,0

Рис. 3. Предварительное оценивание вариации поквартальной разбивки и весов

Источник: рассчитано авторами в STATISTICA 10.0

С. Для окончательной оценки вариации и нерегулярных весов, разбитых по кварталам, следует выполнить следующие шаги: 1. Сначала определить веса для каждого квартала. Это можно сделать путем присвоения определенных значений весам для каждого из четырех кварталов (1-й квартал, 2-й квартал, 3-й квартал, 4-й квартал). 2. Затем рассчитать вариацию для каждого квартала. Вариация показывает, насколько данные отклоняются от среднего значения. Для этого необходимо вычислить среднее значение для каждого квартала, затем рассчитать разницу между каждым значением и средним значением, возвести эту разницу в квадрат, и просуммировать все эти квадраты. 3. Далее оценить нерегулярные веса для каждого квартала. Нерегулярные веса могут использоваться для коррекции различий в значимости факторов в разных кварталах. Для этого необходимо определить значимость каждого фактора в каждом квартале и присвоить соответствующие веса. Наконец, объединить вариацию и нерегулярные веса для каждого квартала, чтобы получить окончательную оценку вариации и нерегулярных весов, разбитых по кварталам. Результаты представлены на рис. 4.

C 13. Irregular series Total: 3801,23 Mean: 100,032 St.Dv: 1,25511					
Year	1st Quarter	2nd Quarter	3rd Quarter	4th Quarter	S.D.
2013	100,0708	99,7734	100,2695	100,4138	0,273985
2014	97,6154	100,3015	101,5847	98,2178	1,692958
2015	100,1795	100,3052	99,3223	101,0107	0,633651
2016	99,4487	99,8937	100,1176	99,7092	0,321589
2017	100,4927	100,0469	99,8012	99,4704	0,375809
2018	100,9288	99,9212	99,6704	99,8508	0,499912
2019	100,2118	100,2244	99,7277	100,1330	0,216243
2020	102,9044	96,8015	99,7916	102,2358	2,434573
2021	99,0086	99,5733	101,4823	99,1234	1,016204
2022	98,0366	103,5596			2,874503
S.D.	1,4301	1,5293	0,7831	1,0822	

Рис. 4. Окончательное оценивание вариации и нерегулярных весов (разбивка по кварталам) и весов

Источник: рассчитано авторами в STATISTICA 10.0

Д. Окончательное оценивание сезонных факторов, тренд циклической, нерегулярной и сезонно скорректированной компоненты ряда. Представляет собой процесс анализа временного ряда для выделения и оценки его сезонных, трендовых, циклических и нерегулярных составляющих, а также корректировки данных для устранения сезонных колебаний [4, с. 80]. Результаты представлены на рис. 5 и рис. 6.

D 8. Stable seasonality test Stable seasonality present at the 1 per cent level					
Y					
Effect	Sum of Squares	Degrs.of Freedom	Mean Square	F	p
Between quarters	4020,438	3	1340,146	574,9522	0,000000
Residual	79,250	34	2,331		
Total	4099,688	37			

Рис. 5. Окончательное оценивание сезонных факторов, тренд циклической, нерегулярной и сезонно скорректированной компоненты ряда

Источник: рассчитано авторами в STATISTICA 10.0

Year	D 11. Final seasonally adjusted series (Лист1 in Книга2) Total: 12501e2 Mean: 32896,1 St.Dv: 4852,52				
	1st Quarter	2nd Quarter	3rd Quarter	4th Quarter	Total
2013	25201,62	25288,42	25909,35	26301,62	102701,0
2014	25930,81	27389,91	28389,04	27835,71	109545,5
2015	29212,09	30108,40	30422,52	31158,17	120901,2
2016	30576,93	30665,45	31060,94	31205,83	123509,1
2017	31761,46	31821,38	31866,44	32116,63	127565,9
2018	33165,80	33142,29	33248,22	33724,19	133280,5
2019	34645,75	35395,19	35719,57	36006,80	141767,3
2020	36776,92	34196,35	35784,65	37654,64	144412,6
2021	37582,60	39339,81	41470,40	40925,41	159318,2
2022	41735,30	45315,09			87050,4
Avg	32658,93	33266,23	32652,35	32992,11	

Рис. 6. Окончательное оценивание сезонных факторов, тренд циклической, нерегулярной и сезонно скорректированной компоненты ряда

Источник: рассчитано авторами в STATISTICA 10.0

Е. Модифицированные ряды включают исходный, сезонно скорректированный и нерегулярный ряды, которые подвергаются сглаживанию выбросов для проверки устойчивости сезонной корректировки. Результаты исследования на данном этапе представлены на рис. 7. Они позволяют более точно анализировать временные ряды, устраняя сезонные колебания и выбросы, что делает данные более стабильными и предсказуемыми. Сглаженные и скорректированные ряды используются для построения более точных прогнозов, так как они лучше отражают основные тенденции и закономерности. Модифицированные ряды для ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов в региональной экономике играют важную роль в анализе и прогнозировании экономических показателей. Они включают: 1. Исходный ряд: это базовые данные, которые собираются без каких-либо корректировок. Они отражают реальные значения экономических показателей. 2. Сезонно скорректированный ряд: этот ряд устраняет сезонные колебания, которые могут исказить анализ. 3. Нерегулярный ряд: этот ряд исключает выбросы и аномалии, которые могут быть вызваны случайными или временными факторами, такими как природные катастрофы или экономические кризисы. Таким образом, модифицированные ряды играют ключевую роль в анализе, прогнозировании и принятии решений на основе временных данных.

Year	E 6. Quarter-to-quarter changes, final seas.adj.ser.(d11.)				
	1st Quarter	2nd Quarter	3rd Quarter	4th Quarter	S.D.
2013		0,34441	2,455399	1,51401	116,0941
2014	-1,40982	5,62687	3,647792	-1,94908	116,0025
2015	4,94465	3,06831	1,043281	2,41810	115,8837
2016	-1,86544	0,28949	1,289712	0,46645	115,8595
2017	1,78054	0,18864	0,141629	0,78511	115,8982
2018	3,26677	-0,07089	0,319621	1,43155	115,9493
2019	2,73265	2,16316	0,916449	0,80413	116,0035
2020	2,13881	-7,01681	4,644650	5,22566	116,0677
2021	-0,19130	4,67560	5,415852	-1,31416	116,1487
2022	1,97893	8,57738			97,9123

Рис. 7. Модифицированные ряды

Источник: рассчитано авторами в STATISTICA 10.0

Ф. Квартал циклического доминирования (КЦД), скользящее среднее и сводные показатели. Квартал циклического доминирования для ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов

представляет собой период времени, в течение которого определенные экономические показатели или ресурсы демонстрируют циклические изменения, оказывающие значительное влияние на региональную экономику. Этот квартал может быть использован для: 1. Анализа циклических изменений: определение и анализ циклических изменений в распределении ресурсов, таких как сезонные колебания в сельском хозяйстве или туризме. 2. Прогнозирования: использование данных о циклических изменениях для прогнозирования будущих тенденций и планирования распределения ресурсов. 3. Оптимизации распределения ресурсов: разработка стратегий для оптимального распределения ресурсов в зависимости от циклических изменений, что позволяет повысить эффективность и устойчивость экономики региона [5, с. 1653]. Результаты данного этапа представлены на рис. 8.

Span in Quarters	F 2. Summary measures Average percent change /w regard to sign & st.dv. over span Y					
	B 1; O Average	B 1; O Std.Dv.	D 13; I Average	D 13; I Std.Dv.	D 12; C Average	D 12; C Std.Dv.
1	3,450875	16,84687	0,143471	2,103385	1,481887	1,152998
2	4,234787	15,69222	0,124154	2,151434	2,984988	2,116461
3	6,716842	20,03958	0,076525	1,289180	4,481458	2,892735
4	6,154171	4,46425	0,123590	1,950545	6,008438	3,571327

Рис. 8. Квартал циклического доминирования (КЦД)

Источник: рассчитано авторами в STATISTICA 10.0

Г. Этап построения графиков. Данная группа опций позволяет в различных вариантах визуализировать данные. В нашем случае рассмотрения проактивного прогнозирования рассматриваемого показателя ограничимся графиком, представленным на рис. 9.

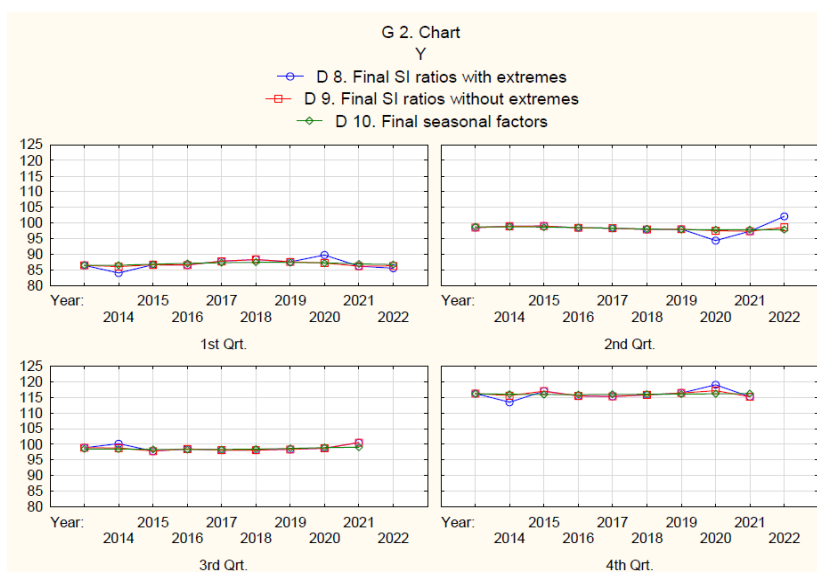


Рис. 9. Результаты анализа

Источник: выполнено авторами в STATISTICA 10.0

Проведенный анализ сезонности во временных рядах прогнозирования экономических показателей с учетом циклического доминирования и построения различных модифицированных рядов дает основание говорить о необходимости структурной декомпозиции временных рядов за счет проактивного отбрасывания данных и модификаций. На основании выявленных особенностей циклического доминирования с учетом сформированных модифицированных рядов появилась целесообразность расширения научного подхода за счет повышения устойчивости линейных регрессионных моделей, основанного на отбрасывании данных и его модификаций в условиях ситуационного реагирования.

2 Этап. Повышение устойчивости линейных регрессионных моделей на основе отбрасывания данных и его модификаций в условиях ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов.

В табл. 2 представлены величины смещения предполагаемого прогнозного значения и значения доверительного интервала. Вторую модификацию рекомендуется применять, когда в исходных данных регрессионной модели наблюдается значительный размах между крайними значениями, которые удалены на значительное расстояние от остальных точек.

Таблица 2

Значения показателя смещения и доверительного интервала (ДИ) для линейных регрессионных моделей на основе отбрасывания данных и его модификаций в условиях ситуационного реагирования

Вероятность попадания в область изучения с учетом ситуационного реагирования	Метод $\Delta, \%$	1-я модификация $\Delta, \%$	2-я модификация $\Delta, \%$	Метод ДИ, %	1-я модификация ДИ, %	2-я модификация ДИ, %
100				20,82		
95	7	1,69	8,26	15,68	14,34	14,6
85	6	3,1	8,26	8,2	8,86	14,6
80	6	1,95	8,26	8,2	6,4	14,6
77	4,6	1,8	8,5	8,4	6,5	14,7
60	3,36	1,8	8	6,35	6,5	14,4
55	3,7	2,2	7	6,32	5,63	14,4
50	3,21	2,1	6,6	6,37	5,63	14,5

Источник: рассчитано авторами в STATISTICA 10.0

В данном примере, исследуя взаимосвязь между среднедушевыми денежными доходами населения, средней номинальной заработной платой, численностью населения (на начало года) и инвестициями в основной капитал (в текущих ценах), величина смещения с учетом деформационных преобразований составила 31306,6. Это значение является предпоследним в вариационном ряде и было выбрано для иллюстрации величины смещения в условиях ситуационного реагирования, поскольку в этой точке оно значительно превышает среднее значение. Таким образом, из таблицы

следует, что применение предложенного метода для выявления и устранения структурных деформаций принесло положительные результаты.

3 Этап. Повышение качества линейной модели на основе перемещения данных и его модификаций в условиях ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов.

Линейные модели широко используются в различных областях науки и техники для прогнозирования и анализа данных. Однако их точность и надежность могут значительно варьироваться в зависимости от качества данных и условий их применения. В данной статье предлагается комплексный подход к повышению качества линейной модели, включающий перемещение данных, модификации модели и ситуационное реагирование (табл. 3). Повышение качества линейной модели требует комплексного подхода, включающего перемещение данных, модификации модели и ситуационное реагирование. Применение данных методов позволяет значительно улучшить точность и надежность линейных моделей в различных условиях.

Таблица 3

Значения величины смещения Δ и доверительного интервала

Вероятность попадания в область изучения с учетом ситуационного реагирования	Метод $\Delta, \%$	1-я модификация $\Delta, \%$	2-я модификация $\Delta, \%$	Метод ДИ, %	1-я модификация ДИ, %	2-я модификация ДИ, %
0				19		
90	5	0,34	7	12,2	15	14,4
85	5,9	0,18	8	11	13,7	14,7
80	6,7	0,134	9	10,5	12,5	14,9
70	7,6	0,14	10,3	10	10,9	15,7
65	8	0,14	10,7	9,7	10	17
60	8,2	0,13	11	9,44	9,4	17,8
50	8,5	0,1	12,6	9,8	8,2	19,4

Источник: рассчитано авторами в STATISTICA 10.0

Как видно из табл. 3, прогнозные значения, рассчитанные с использованием регрессионных моделей, созданных на основе предложенных методов, практически совпадают с фактическими данными. Максимальное отклонение составляет 5,77 %, а минимальное — 0,86 %. В то же время отклонение прогнозных значений, полученных с использованием модели, учитывающей аномальные данные, превышает 6 %. Таким образом, можно утверждать о положительном эффекте авторской методологии. Следовательно, вычислительная сложность невелика, что позволит использовать данную методологию и для других показателей. Использование методики прогнозирования на основе временных рядов в условиях ситуационного реагирования, опирающегося на выявление сезонности циклического доминирования модифицированных рядов и отбрасывание аномальных данных и модификаций, а также возможность их коррекции, приводит к положительным результатам.

Выводы

Предложенная авторская методология улучшения обработки исходных статистических данных с целью повышения устойчивости линейных регрессионных моделей при создании эффективных прогнозов в условиях ситуационного реагирования позволяет комплексно решать задачи моделирования. Она способствует сглаживанию ситуационных деформаций временных рядов и уровня сезонности, что является ключевым отличием от существующих исследований и придает работе научную новизну. Применение авторской методологии, состоящей в обнаружении и дальнейшем изменении значений измерений для повышения устойчивости линейных регрессионных моделей при построении эффективных прогнозов в условиях ситуационного реагирования, позволяет комплексно подойти к вопросам моделирования и сгладить ситуационные деформации временных рядов и уровень сезонности для выборок малого объема, поскольку в отличие от метода, где данные просто исключаются, в данном подходе сохраняется исходное количество данных. Результаты сравнительного анализа эффективности выявления ситуационных деформаций, основанного на основных методах и предложенной авторской методологии прогнозирования временных рядов в условиях ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты сравнительного анализа эффективности определения ситуационных деформаций на основе основных методов и авторской методологии прогнозирования временных рядов в условиях ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов

Метод	Ситуационные деформации во временном ряду	Количество элементарных операций	Преимущества метода для пространственного распределения ресурсов	Возможные варианты применения метода для пространственного распределения ресурсов
Метод Эктона	$X=28945$ $Y=36358$, $X=31456$ $Y=789743,05$	$3n+2$ (количество элементарных операций: 235)	1. Метод использует ГИС для анализа пространственного распределения ресурсов, позволяя визуализировать данные и выявлять паттерны. 2. Метод включает в себя математическое моделирование, что позволяет оценивать влияние различных факторов на распределение ресурсов и прогнозировать изменения. 3. Метод Эктона позволяет находить оптимальные решения для распределения ресурсов с учетом заданных ограничений и целей.	управление природными ресурсами; городское планирование; экологическое управление
Метод Титьена-Мура-Бэкмана	не выявлено	$11n+4$ (количество элементарных операций: 319)	1. Метод позволяет проводить пространственный анализ доступности ресурсов и спроса, что позволяет выявлять районы с высоким потенциалом ресурсов. 2. Метод позволяет оптимизировать распределение ресурсов, что ведет к более эффективному использованию ресурсов.	управление природными ресурсами; градостроительство; охрана окружающей среды

			3. Метод может быть применен в различных областях и адаптирован к различным контекстам.	
Метод Прескотта-Лунда	не выявлено	$4n+1$ (количество элементарных операций: 135)	1. Метод позволяет учитывать различные аспекты, такие как доступность ресурсов, потребности населения, экологические условия и другие факторы, чтобы сделать решение о наилучшем способе использования этих ресурсов. Помогает оптимизировать использование ресурсов, увеличить эффективность и снизить негативное воздействие на окружающую среду.	управление природными ресурсами; градостроительство; охрана окружающей среды
Метод Кука	X=5596345 Y=452369,16, X=25698 Y=56359, X=31187 Y=55643,07	$9n$ (количество элементарных операций: 700)	1. В случае пространственного распределения ресурсов метод Кука может быть использован для определения насколько каждое отдельное наблюдение влияет на модель и на каком расстоянии находится от общего тренда. 2. При применении метода Кука к пространственному распределению ресурсов, можно определить аномальные значения или выбросы, которые могут быть вызваны неравномерным распределением ресурсов в пространстве.	управление природными ресурсами; городское планирование; экологическое управление
Авторская методология	X=58848 Y=46262,16, X=29946 Y=46359, X=15800 Y=27597,16, X=32285 Y=45644,068	$18n+9$ (для поиска всех выбросов, независимо от их количества) Для данной задачи: 445	1. Оптимизация распределения ресурсов, исследование помогает выявить наиболее эффективные способы распределения природных, трудовых и финансовых ресурсов по регионам. 2. Обоснование управленческих решений, основанное на научных данных и анализе, что способствует устойчивому развитию и эффективному управлению ресурсами.	управление природными ресурсами; управление трудовыми ресурсами; управление финансовыми ресурсами

Источник: рассчитано авторами в STATISTICA 10.0

Как видно из табл. 4, предложенная авторская методология позволила выявить большее количество ситуационных деформаций во временном ряду, чем другими методами. Этот результат был достигнут за 445 элементарных операций. Практическая значимость проведенного исследования заключается в следующем: 1. Улучшение точности прогнозов, разработка и применение методологий, учитывающих пространственное распределение ресурсов и ситуационное реагирование, позволяет получать более точные прогнозы экономических показателей. Это способствует лучшему пониманию экономических процессов и тенденций. 2. Оптимизация распределения ресурсов, исследование помогает выявить наиболее эффективные способы распределения природных, трудовых и финансовых ресурсов по регионам. Это способствует повышению эффективности использования ресурсов и улучшению экономических показателей. 3. Повышение устойчивости экономики, методы ситуационного

реагирования позволяют оперативно адаптироваться к изменениям в распределении ресурсов и внешним экономическим условиям. Это способствует повышению устойчивости экономики к кризисам и непредвиденным изменениям. 4. Поддержка принятия решений, результаты исследования могут быть использованы государственными органами и частными компаниями для принятия обоснованных решений в области экономической политики и стратегического планирования. Это способствует более эффективному управлению экономикой на различных уровнях. Предлагаемый авторский подход к совершенствованию обработки статистических данных для повышения устойчивости линейных регрессионных моделей при построении эффективных прогнозов в условиях ситуационного реагирования на пространственное распределение ресурсов позволяет комплексно подойти к вопросам моделирования в региональной экономике и сгладить ситуационные деформации временных рядов и уровень сезонности при анализе статистических показателей.

Список литературы

1. Бабкин А.В. Исследование тенденций развития телекоммуникационной отрасли на основе анализа наукометрических данных / А.В. Бабкин, Н.С. Алексеева // Управление наукой и наукометрия. 2019. Т. 14, № 4. С. 523–543. DOI 10.33873/2686-6706.2019.14-4.523-543.
2. Кузнецова В.Е. Методологические аспекты сезонной корректировки временного ряда на региональном уровне // Вопросы статистики. 2006. № 1. С. 38–44.
3. Родионов Д.Г. Влияние экономических факторов на стоимость золотодобывающих компаний / Д.Г. Родионов, В.А. Митязов, А.А. Зайцев [и др.] // Экономические науки. 2023. № 223. С. 253–261. – DOI 10.14451/1.223.253.
4. Цуркан М.В. Модель цифровой трансформации мониторинга реализации проектов в публичном управлении на региональном уровне // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2019. № 2. С. 78–84.
5. Eremina I. The Special Aspects of Devising a Methodology for Predicting Economic Indicators in the Context of Situational Response to Digital Transformation / I. Eremina, D. Rodionov // International Journal of Technology. 2023. Vol. 14, No. 8. P. 1653. DOI 10.14716/ijtech.v14i8.6839.

Об авторах:

ЕРЕМИНА Ирина Александровна – доктор экономических наук, доцент, профессор Высшей инженерно-экономической школы Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург (195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29), e-mail: dokukina.orags@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9065-6019, SPIN-код: 7094-5920.

ВАЛЛАСК Владимир Владимирович – аспирант Высшей инженерно-экономической школы Института промышленного менеджмента, экономики и торговли, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический

университет Петра Великого», Санкт-Петербург (195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29), e-mail: irenalks@mail.ru

METHODOLOGICAL BASIS FOR FORECASTING ECONOMIC INDICATORS IN CONDITIONS OF SITUATIONAL RESPONSE TO SPATIAL DISTRIBUTION OF RESOURCES

I.A. Eremina, V.V. Vallask

FGAU BO «Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University»,
Saint-Petersburg

The purpose of this study is to develop a methodological basis for forecasting economic indicators in conditions of situational response to the spatial distribution of resources. The subject of the research is methods for forecasting economic indicators using time series and the subsequent formation of a vector for proactive development of the spatial development of regional economic systems. The analysis of seasonality in time series for forecasting economic indicators, taking into account cyclical dominance and the construction of various modified series, gives grounds to talk about the need for their structural decomposition due to the gradual discarding of data and modifications and based on their possible movement and taking into account spatial redistribution. The scientific novelty of the conducted research lies in the development of methodological foundations for forecasting economic indicators in conditions of situational response based on smoothing out deformations of time series, their movement and determining the level of seasonality, taking into account the spatial distribution of resources. The practical application of the tools developed by the authors will lead to an increase in the quality of economic forecasts obtained from linear regression models due to the preliminary processing of initial data and the establishment of cyclical dominance of modified series, taking into account the situational response to the spatial distribution of resources.

Keywords: *forecasting methodology; situational response; cyclical dominance; structural modifications; linear regression model; stability of economic forecasts.*

About the authors:

EREMINA Irina Aleksandrovna – doctor of economics, associate professor, professor of the Higher School of Engineering and Economics of the Institute of Industrial Management, Economics and Trade, FGAU BO «Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University», 29 Polytechnic Str., St. Petersburg, 195251, e-mail: dokukina.orags@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9065-6019, SPIN-код: 7094-5920.

VALLASK Vladimir Vladimirovich – graduate student Higher School of Engineering and Economics of the Institute of Industrial Management, Economics and Trade, FGAU BO «Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University», 29 Polytechnic Str., St. Petersburg, 195251, e-mail: irenalks@mail.ru

Статья поступила в редакцию 20.05.2024 г.

Статья подписана в печать 16.12.2024 г.