

Корректировка среднедушевых показателей федеральных округов РФ с использованием теории аномальных точек

Adjustment of Per Capita Indicators of the Federal Districts of the Russian Federation Using the Theory of Anomalous Points

DOI: 10.12737/2587-9111-2025-13-2-35-39

Получено: 03 марта 2025 г. / Одобрено: 12 марта 2025 г. / Опубликовано: 25 апреля 2025 г.

Аверина Т.Н.

Канд. экон. наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет
им. Л.Н. Толстого»,
Россия, 300026, г. Тула, проспект Ленина, д. 125,
e-mail: avtanico@gmail.com

Averina T.N.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University,
125, Lenina St., Tula, 300026, Russia,
e-mail: avtanico@gmail.com

Аннотация

Представлены результаты анализа статистических выбросов для показателей среднедушевых денежных доходов и потребительских расходов по федеральным округам Российской Федерации. Исключение аномальных точек позволило уточнить средневзвешенные значения исследуемых показателей. Наиболее значительно скорректированы показатели Центрального федерального округа, так как аномальным стал столичный регион с высоким уровнем доходов и расходов и значительным удельным весом в численности населения.

Ключевые слова: среднедушевые денежные доходы и потребительские расходы, аномальные значения, среднеквадратическое отклонение, критерий Ирвина, среднегодовая численность населения.

Abstract

The article presents the results of the statistical outlier analysis for the indicators of per capita cash income and consumer spending by federal districts of the Russian Federation. The exclusion of anomalous points allowed us to refine the weighted average values of the studied indicators. The indicators of the Central Federal District were adjusted most significantly, since the capital region with a high level of income and spending and a significant share in the population became anomalous.

Keywords: per capita cash income and consumer expenditure, abnormal values, standard deviation, Irwin criterion, average annual population.

Введение. Статистические выбросы, или аномальные наблюдения, представляют собой данные, существенно отличающиеся от остальных наблюдений в выборке. Их наличие может искажать результаты анализа и приводить к неверным выводам. Выявление и обработка выбросов являются важными этапами в статистическом анализе данных.

Так, моделирование процессов, связанных с ресурсной, научно-технической характеристикой российских регионов и оценкой их уровня социально-экономического развития, предполагает предварительную работу по выявлению регионов с аномальными значениями показателей [1]. При этом авторами используются различные подходы и методы: от простого применения критерия отраслевой структуры экономики региона [2] до кластерного подхода к выявлению аномальных наблюдений [3].

В ряде научных работ предлагаются методики, разработанные для регрессионных моделей, для временных рядов и позволяющие эффективно идентифицировать аномальные наблюдения, которые могут искажать результаты моделирования [4; 5].

В работе «"Применение статистических критериев для улучшения эффективности методов оценки рисков"» авторы рассматривают использование критерия Граббса для выявления выбросов. Статистическая проверка всех показателей интегральной оценки метода позволяет повысить точность оценки рисков и минимизировать влияние аномальных данных на результаты анализа [6]. Существуют методики

идентификации выбросов, основанные на анализе порядковых статистик, . этот Этот подход не требует предположений о распределении данных и может быть применен в различных областях исследований [7].

Неравномерность распределения доходов (коэффициент Джини в Российской Федерации в 2023 г. составил 40,5% [8]) является основанием для анализа данных, характеризующих уровень жизни населения, на наличие аномальных значений. Федеральная служба государственной статистики публикует среднедушевые показатели доходов и потребительских расходов по регионам РФ, средневзвешенные значения показателей для федеральных округов, характеристики временных рядов статистических показателей [9]. Этот факт дает возможность считать распределение доходов населения и потребительских расходов близкими к нормальному, что позволяет использовать критерий Ирвина для выявления аномальных точек.

Материалы и методы. Информационной базой исследования стали данные Росстата [9] о распределении по регионам и федеральным округам значений среднедушевых денежных доходов (рис. 1) и среднедушевых потребительских расходов в месяц (рис. 2) за 2022 г.

Характерно, что вариация федеральных округов по доходам выше, чем по расходам, величина среднеквадратического отклонения составила 9,14 и 6,0 соответственно, что свидетельствует о привлекатель-

ности отдельных регионов с позиции отраслевой структуры и наличия высокооплачиваемых рабочих мест.

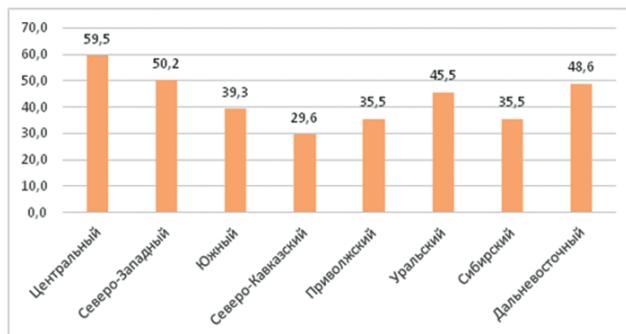


Рис. 1. Значения среднедушевых доходов в федеральных округах в 2022 г.

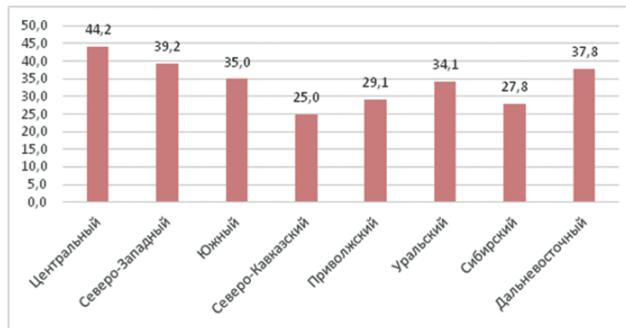


Рис. 2. Значения среднедушевых потребительских расходов в федеральных округах в 2022 г.

Для определения регионов с аномально высокими или низкими значениями среднедушевых доходов и потребительских расходов использован критерий Ирвина, расчетное значение которого определяется по формуле:

$$I_{\text{расч}} = \frac{|x_1 - x_2|}{s}, \quad (1)$$

где x_1 — сомнительное (максимальное или минимальное) значение;

x_2 — предыдущее значение в вариационном ряду;

s — среднеквадратическое отклонение (СКО), определенное для исследуемой выборки с учетом значения, которое проверяется на аномальность.

Полученное расчетное значение сравнивают с табличным $I_{\text{табл}}$, которое зависит от объема выборки n и принятого уровня значимости α . Если $I_{\text{расч}} > I_{\text{табл}}$, то сомнительное значение считают выбросом.

В рамках данного исследования $I_{\text{табл}}$ рассчитано для 5% уровня значимости по формуле:

$$I_{\text{табл}} = -89,417n^{-3} + 165,87n^{-2,5} - 143,77n^{-2} + 67,727n^{-1,5} - 17,755n^{-1} + 4,323n^{-0,5} + 0,711, \quad (2)$$

где n — объем выборки.

Результаты. Система табл. 1–3 содержит статистические данные о величине среднедушевых денежных доходов и потребительских расходов в месяц для всех регионов восьми федеральных округов за период 2022 г. Полужирным шрифтом выделены регионы, показатели которых являются минимальными или максимальными в данном округе (выборке) и подлежат проверке на аномальность.

Таблица 1

Среднедушевые доходы и потребительские расходы в регионах Центрального и Приволжского федеральных округов в 2022 г., тыс. руб./человек

Регионы ЦФО	Доходы	Расходы	Регионы ПФО	Доходы	Расходы
Белгородская обл.	41,022	32,092	Республика Башкортостан	35,269	30,479
Брянская обл.	35,722	30,32	Республика Марий Эл	25,696	19,832
Владимирская обл.	32,321	26,02	Республика Мордовия	25,504	20,288
Воронежская обл.	39,319	33,735	Республика Татарстан	44,932	35,993
Ивановская обл.	34,275	28,872	Удмуртская Республика	31,941	25,642
Калужская обл.	35,509	28,327	Чувашская Республика	27,213	21,891
Костромская обл.	34,45	29,753	Пермский край	37,253	30,768
Курская обл.	37,632	28,917	Кировская обл.	32,149	26,548
Липецкая обл.	38,926	32,431	Нижегородская обл.	43,22	35,053
Московская обл.	55,109	43,138	Оренбургская обл.	30,334	25,403
Орловская обл.	34,138	27,748	Пензенская обл.	30,111	25,816
Рязанская обл.	33,379	27,306	Самарская обл.	37,055	30,264
Смоленская обл.	35,094	27,256	Саратовская обл.	28,797	23,963
Тамбовская обл.	34,092	27,256	Ульяновская обл.	31,008	24,548
Тверская обл.	35,203	28,47			
Тульская обл.	34,442	28,397			
Ярославская обл.	38,06	30,81			
г. Москва	95,465	65,722			

В Центральном федеральном округе максимальные значения показателей принадлежат Москве, а минимальные — Владимирской области. В Приволжском федеральном округе лидером является Татарстан, минимальные доходы зафиксированы в Мордовии, потребительские расходы — в Республике Марий Эл.

Таблица 2

Среднедушевые доходы и потребительские расходы в регионах Северо-Западного и Южного федеральных округов в 2022 г., тыс. руб./человек

Регионы СЗФО	Доходы	Расходы	Регионы ЮФО	Доходы	Расходы
Республика Карелия	44,88	36,607	Республика Адыгея	36,397	30,511
Республика Коми	46,638	32,321	Республика Калмыкия	23,684	15,205
Архангельская обл., в том числе	48,356	38,562	Республика Крым	28,699	24,649
Ненецкий автономный округ	104,109	41,089	Краснодарский край	48,279	45,331
Архангельская обл. без авт. округа	45,975	38,454	Астраханская обл.	31,119	26,164
Вологодская обл.	35,444	27,089	Волгоградская обл.	31,309	26,225
Калининградская обл.	34,506	30,826	Ростовская обл.	40,016	34,963
Ленинградская обл.	38,963	32,789	г. Севастополь	35,164	30,093
Мурманская обл.	62,601	45,567			
Новгородская обл.	33,729	29,024			
Псковская обл.	33,09	29,269			
г. Санкт-Петербург	63,495	48,134			

В Северо-Западном федеральном округе по показателю среднедушевых денежных доходов значительно выделился Ненецкий автономный округ, самое низкое значение — у Псковской области. Больше других тратит представитель Санкт-Петербурга, а меньше — средний житель Вологодской области. В Южном федеральном округе вариация показателей меньше, Краснодарский край лидирует, Республика Калмыкия замыкает список.

Таблица 3

Среднедушевые доходы и потребительские расходы в регионах Уральского и Северо-Кавказского федеральных округов, тыс. руб./человек

Регионы УФО	Доходы	Расходы	Регионы СКФО	Доходы	Расходы
Курганская обл.	28,401	22,282	Республика Дагестан	33,343	29,242
Свердловская обл.	46,187	37,378	Республика Ингушетия	20,781	11,361
Тюменская обл., в том числе	59,348	39,193	Кабардино-Балкарская Республика	30,173	27,903

Окончание табл. 3

Регионы УФО	Доходы	Расходы	Регионы СКФО	Доходы	Расходы
Ханты-Мансийский авт. округ — Югра	63,454	39,7	Карачаево-Черкесская Республика	22,258	14,643
Ямalo-Ненецкий авт. округ	116,639	47,006	Республика Северная Осетия — Алания	29,235	23,959
Тюменская обл. без авт. округов	36,682	36,159	Чеченская Республика	30,341	22,124
Челябинская обл.	33,071	27,029	Ставропольский край	27,626	25,153

Среднедушевые денежные доходы в Ямalo-Ненецком автономном округе в 2,5 раза превысили средний показатель по Уральскому федеральному округу и в 4 раза — показатель Курганской области. Максимальные и минимальные значения по расходам у тех же регионов. Следует обратить внимание на то, что Ненецкий автономный округ Архангельской области и Ямalo-Ненецкий автономный округ Тюменской области характеризуются очень высокими значениями среднедушевого дохода, который в 2,5 раза превышает расходы; ; наиболее близко к таким значениям приближаются только Чукотский автономный округ и Магаданская область. Можно предположить, что это связано с преимущественно вахтовым характером занятости работников в ведущих отраслях экономики регионов.

Северо-Кавказский федеральный округ характеризуется самым высоким уровнем равномерности распределения исследуемых показателей между регионами, среднее квадратическое отклонение составило всего 4,6 тыс. руб. для доходов населения и 6,7 тыс. руб. — для расходов. Тем не менее, критерий Ирвина применен для статистических данных Дагестана и Ингушетии.

Таблица 4

Среднедушевые доходы и потребительские расходы в регионах Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, тыс. руб./человек

Регионы СФО	Доходы	Расходы	Регионы ДФО	Доходы	Расходы
Республика Алтай	27,94	23,272	Республика Бурятия	32,823	27,957
Республика Тыва	23,049	14,32	Республика Саха	57,715	41,009
Республика Хакасия	28,963	24,919	Забайкальский край	36,183	27,644
Алтайский край	31,145	25,062	Камчатский край	70,769	44,431

Окончание табл. 4

Регионы СФО	Доходы	Расходы	Регионы ДФО	Доходы	Расходы
Красноярский край	41,782	31,564	Приморский край	45,834	39,421
Иркутская обл.	35,04	26,644	Хабаровский край	49,523	42,352
Кемеровская обл.	32,627	24,686	Амурская обл.	44,9	35,974
Новосибирская обл.	39,845	32,658	Магаданская обл.	94,06	45,948
Омская обл.	34,747	28,006	Сахалинская обл.	73,82	54,031
Томская обл.	34,766	27,218	Еврейская авт. обл.	35,493	27,496
			Чукотский авт. округ	114,456	39,428

На территории Сибирского федерального округа максимальные показатели поделили Красноярский край и Новосибирская область, минимальные среднедушевые показатели доходов и расходов зарегистрированы в Республике Тыва. В Дальневосточном федеральном округе по доходам лидирует Чукотский автономный округ, по расходам – Сахалин. Минимальные значения – у Республики Бурятия и Еврейской автономной области соответственно.

Для выделенных регионов проведена проверка сомнительных значений исследуемых показателей, в пяти случаях обнаружена аномальность (табл. 5 и 6), соответствующие точки обозначены полужирным шрифтом.

Таблица 5

Результаты применения критерия Ирвина для среднедушевых значений денежных доходов

Федеральный округ	СКО	Максимальное расчетное значение $I_{расч}$	Минимальное расчетное значение $I_{расч}$	Размер выборки (число регионов)	Табличное значение $I_{табл}$
Центральный		14,689	2,7474	0,0720	18
Северо-Западный		21,078	1,9268	0,0303	12
Южный		7,525	1,0981	0,6665	8
Северо-Кавказский		4,560	0,6583	0,3239	7
Приволжский		6,002	0,2852	0,0320	14
Уральский		33,067 (30,186)	1,6084 (1,7619)	0,1412	6
Сибирский		5,566	0,3480	0,8787	10
Дальневосточный		26,231	0,7775	0,1018	11

Для аномальных точек Центрального (Москва) и Северо-Западного (Ненецкий автономный округ) федеральных округов максимальное расчетное значение $I_{расч}$ по доходам значительно превысило таб-

личное, применение критерия Ирвина дало положительный результат. Для уральского Ямalo-Ненецкого автономного округа расчетное значение имело пограничный характер, поэтому было пересчитано с использованием не выборочного, а генерального среднеквадратического отклонения, оно в скобках. Таким образом, регион также признан имеющим аномальные характеристики.

Таблица 6

Результаты применения критерия Ирвина для среднедушевых значений потребительских расходов

Федеральный округ	СКО	Максимальное расчетное значение $I_{расч}$	Минимальное расчетное значение $I_{расч}$	Размер выборки (число регионов)	Табличное значение $I_{табл}$
Центральный		9,244	2,4430	0,1337	18
Северо-Западный		7,021	0,3656	0,2756	12
Южный		8,706	1,1909	1,0848	8
Северо-Кавказский		6,688	0,2002	0,4907	7
Приволжский		5,010	0,1876	0,0910	14
Уральский		8,927	0,8184	0,5317	6
Сибирский		5,040	0,2171	1,7763	10
Дальневосточный		8,431	0,9588	0,0176	11

Данные табл. 6 свидетельствуют об аномально высоких расходах в столице, единственным статистическим выбросом со стороны минимальных показателей стали потребительские расходы в Республике Тыва.

Обнаружение аномальных точек стало основанием для исключения соответствующих регионов из базы данных для расчета средних по округам показателей доходов и потребления. В табл. 7 наряду с официальными данными представлены скорректированные значения.

Таблица 7

Корректировка средних показателей по федеральным округам

Федеральный округ	Публикуемые показатели	Скорректированные показатели
	Среднедушевые денежные доходы (в месяц), тыс. руб./человек	
Центральный	59,461	42,180
Северо-Западный	50,214	50,053
Уральский	45,544	42,450
	Потребительские расходы в среднем на душу населения (в месяц) тыс. руб./человек	
Центральный	44,195	33,862
Сибирский	27,826	28,104

Средние показатели по федеральным округам рассчитаны по принципу средней взвешенной, при

в этом в качестве весов использована среднегодовая численность населения за 2022 г.

Выводы. Обработка и анализ статистических выбросов являются очень важными для обеспечения точности и надежности результатов статистического анализа. Применение соответствующих методов выявления и интерпретации выбросов позволяет минимизировать их негативное влияние и улучшить

качество рассчитываемых статистических характеристик.

Найденные в ходе исследования аномальные точки позволили модифицировать методику расчета средних по федеральным округам значений среднедушевых денежных доходов и потребительских расходов. Наиболее существенно изменены показатели для ЦФО, так как аномальным стал регион с большой численностью населения.

Литература

1. Магомедгаджиев Ш.М. Оценка связей и зависимостей между показателями цифровой экономики и социально-экономическими показателями регионов России [Текст] / Ш.М. Магомедгаджиев, Н.Р. Гасanova, М.Ш. Шарифов // Фундаментальные исследования. — 2020. — № 8. — С. 45–49. — DOI: 10.17513/fr.42825 — URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_43918184_85386483.pdf
2. Басовский Л.Е. Влияние структуры ВРП на характер взаимосвязи производительности труда в регионе с научно-техническими и информационными факторами развития [Текст] / Л.Е. Басовский, Т.Н. Аверина // Научные исследования и разработки. Экономика. — 2021. — № 1. — С. 17–20. — DOI: 10.12737/2587-9111-2021-17-20 — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44785095>
3. Кисляков А.Н. Иерархические методы кластеризации в задаче поиска аномальных наблюдений на основе групп с нарушенной симметрией [Текст] / А.Н. Кисляков, С.В. Поляков // Управленческое консультирование. — 2020. — № 5. — С. 116–127. — DOI: 10.22394/1726-1139-2020-5-116-127 — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43019029>
4. Куркина М.В. Обобщенный алгоритм поиска выбросов в регрессионной модели [Текст] / М.В. Куркина, И.В. Пономарев // Известия АлтГУ. Математика и механика. — 2021. — № 4. — С. 102–105. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obobschenny-algoritm-poiska-vybrosov-v-regressionnoy-modeli>
5. Орлова И.В. Вопросы методики обнаружения аномальных наблюдений во временных рядах [Текст] / И.В. Орлова // Современная математика и концепции инновационного математического образования. — 2020. — № 1. — С. 419–426. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43009263>
6. Даев Ж.А. Применение статистических критериев для улучшения эффективности методов оценки рисков [Текст] / Ж.А. Даев, Е.Т. Нурушев // Надежность. — 2018. — № 2. — С. 42–45. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35162114>
7. Шуленин В.П. Математическая статистика. Ч. 2. Непараметрическая статистика [Текст]: учебник / В.П. Шуленин. — Томск: Изд-во НТЛ, 2012. — 388 с. — URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/287482466.pdf>
8. Федеральная служба государственной статистики. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13723>
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: Стат. сб. / Росстат. — М., 2023. — 1126 с.

References

1. Magomedgadzhiev Sh.M., Gasanova N.R., Sharifov M.Sh. Assessment of connections and dependencies between digital economy indicators and socio-economic indicators of Russian regions Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research] 2020, no. 8, pp. 45–49. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_43918184_85386483.pdf
2. Basovskiy L.E., Averina T.N. The influence of the structure of GRP on the nature of the relationship between labor productivity in the region and scientific, technical and information factors of development. Nauchnye issledovaniya i razrabotki. Ekonomika [Research and Development. Economy]. 2021, no. 1, pp. 17–20. (in Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44785095>
3. Kislyakov A.N., Polyakov S.V. Hierarchical clustering methods in the problem of searching for anomalous observations based on groups with broken symmetry. Upravlencheskoe konsul'tirovaniye [Management consulting]. 2020, no. 5, pp. 116–127 (in Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43019029>
4. Kurkina M.V., Ponomarev I.V. Generalized algorithm for finding outliers in a regression model. Izvestiya AltGU. Matematika i mehanika [Altai State University News. Mathematics and Mechanics]. 2021, no. 4, pp. 102–105 (in Russian) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obobschenny-algoritm-poiska-vybrosov-v-regressionnoy-modeli>
5. Orlova I.V. Questions of the methodology for detecting anomalous observations in time series. Sovremennaya matematika i konceptsii innovatsionnogo matematicheskogo obrazovaniya [Modern Mathematics and Concepts of Innovative Mathematical Education] 2020, no. 1, pp. 419–426. (in Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43009263>
6. Daev Zh.A., Nurushev E.T. Application of statistical criteria to improve the effectiveness of risk assessment methods. Nadezhnost' [Reliability]. 2018, no. 2, pp. 42–45. (in Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35162114>
7. Shulenin V. P. Mathematical statistics. Part 2. Nonparametric statistics: textbook. Tomsk, NTL Publishing House. 2012, 388 p. (in Russian) URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/287482466.pdf>
8. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Federal State Statistics Service] (In Russian). URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13723>
9. Regiony' Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli 2023: Statisticheskij sbornik [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2023: Statistical collection]. Moscow, Rosstat, 2023, 1126 p. (In Russian)