



УДК 681.3

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2500-3925-2025-1-15-25>

О.Г. Конюкова, Ф.Ф. Баратова

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,  
Омск, Россия

# Использование статистического анализа для оценки эффективности деятельности предприятий в среде программирования Python

**Актуальность** проведенного исследования заключается в оценке деятельности производственного предприятия посредством статистического инструментария и интерпретации числовых финансовых показателей на современный язык программирования Python. Использование библиотек, встроенных в программное обеспечение, а также применение статистических расчетов в итоговом формате интерактивных графиков сделало возможным интерпретировать достоверную информацию о деятельности предприятия, а также спрогнозировать прибыль (убыток) на последующие несколько лет. Такой способ расчетов необходим в первую очередь для руководства предприятий для планирования деятельности с учётом внешних экономических условий, а также возможных непредвиденных обстоятельств и возникающих ситуаций. Программное обеспечение наглядно демонстрирует возможное представление динамики и тенденций развития бизнес-субъектов в лаконичной и понятной, строго сформулированной, точной статистической и математической форме. Анализ деятельности различных предприятий способствует выявлению их вклада в развитие экономики регионов и страны в целом, поэтому разработка научно обоснованных рекомендаций по повышению эффективности их деятельности и обеспечению устойчивого развития является весьма актуальной в настоящее время темой исследования.

**Цель исследования.** Изучение деятельности предприятия ООО «Омский завод полипропилена» за 2019–2023 гг. с помощью применения статистического инструментария и библиотек программного обеспечения Python. А также прогнозирование основных финансовых показателей на ближайшие годы с учетом интерпретирования полученных в результате применения среды веб-разработки значений в числовой, табличной и графической формах. Описание и прогнозирование перспектив развития предприятия на основании точных результативных данных являются необходимыми не только для руководителей рассматриваемых предприятий, но и для их акционеров.

**Материалы и методы.** В качестве материалов исследования были использованы нормативно-правовые документы, научные публикации российских и зарубежных авторов, данные бухгалтерской (финансовой) отчетности. В научной статье применялись основные методы исследования: монографический, сравнительного анализа, классификации и обобщения. Основными методами статистического и экономического анализа выступили описательная статистика, инференциальная статистика, регрессионный анализ, анализ временных рядов и др.

**Результаты.** Выведены статистические величины с использованием таких пакетов, встроенных в программное обеспечение Python, как Pandas, Seaborn, Matplotlib, NumPy, sklearn, Linear\_model, LinearRegression, Scikit-learn, Metrics, Model selection. Далее описаны статистические показатели на наглядно запрограммированных графиках, все данные при этом занесены в среду веб-разработки Python с использованием вспомогательного пакета таблиц, выполненных в MS Excel. Представленные расчёты не только позволяют своевременно и оперативно среагировать на изменения внешнеэкономической среды деятельности, но также скорректировать расходы на уже спрогнозированные значения, что, в свою очередь, поможет повысить выгодность и прибыльность предприятия, что является основной задачей любого собственника.

**Заключение.** По результатам проведенного исследования авторами разработаны прогнозные значения прибыли (убытка) для ООО «Омский завод полипропилена» и даны рекомендации по повышению эффективности деятельности предприятия на ближайшие годы.

**Ключевые слова:** выручка, прибыль, убыток, производственное предприятие, распределение Фишера, линейная регрессия, полиномиальная регрессия, язык программирования Python.

Olga G. Konyukova, Farida F. Baratova

Financial University under the Government of the Russian Federation, Omsk, Russia

## Using statistical analysis to evaluate enterprise performance in the Python programming environment

**The relevance** of the conducted research consists of assessing the activities of a manufacturing enterprise using statistical tools and interpreting numerical financial indexes in the modern programming language Python. The use of libraries embedded in the software, as well as the use of statistical calculations in the final format of interactive graphs, made it possible to interpret reliable information about the activities of the enterprise, as well as predict profit (loss) for the next few years. This method of calculation is necessary primarily for enterprise management to plan activities taking into account external economic conditions, as well as possible unforeseen circumstances and emerging situations. The software

clearly demonstrates the possible representation of the dynamics and trends in the development of business entities in a concise and understandable, strictly formulated, accurate statistical and mathematical form. Analysis of the activities of various enterprises helps to identify their contribution to the development of the economy of the regions and the country as a whole, therefore the development of scientifically based recommendations to improve the efficiency of their activities and ensure sustainable development is a very relevant research topic at present.

**Purpose of the study.** Study of the activities of the LLC “Omsk Polypropylene Plant” enterprise for 2019–2023 using statistical

tools and Python software libraries. As well as forecasting the main financial indexes for the coming years, taking into account the interpretation of the values obtained as a result of using the web development environment in numerical, tabular and graphical forms. Description and forecasting of the development prospects of an enterprise based on accurate performance data are necessary not only for the managers of the enterprises under review, but also for their shareholders.

**Materials and methods.** The research materials used were regulatory documents, scientific publications of Russian and foreign authors, and accounting (financial) reporting data. The scientific article used the main research methods: monographic, comparative analysis, classification and generalization. The main methods of statistical and economic analysis were descriptive statistics, inferential statistics, regression analysis, time series analysis, etc.

**Results.** Derived statistical quantities using packages embedded in Python software such as Pandas, Seaborn, Matplotlib, NumPy,

sklearn, Linear\_model, LinearRegression, Scikit-learn, Metrics, Model selection. The following describes statistical indexes on visually programmed graphs; all data are entered into the Python web development environment using an auxiliary package of tables made in MS Excel. The presented calculations will not only allow timely and promptly react to changes in the external economic environment of activity, but also adjust costs to already predicted values, which, in turn, will help to increase the profitability of the enterprise, which is the main task of any owner.

**Conclusion.** Based on the results of the study, the authors developed forecast values of profit (loss) for LLC "Omsk Polypropylene Plant" and gave recommendations for improving the efficiency of the enterprise in the coming years.

**Keywords:** revenue, profit, loss, manufacturing enterprise, Fisher distribution, linear regression, polynomial regression, Python programming language.

## Введение

В процессе микроэкономического развития региона Омской области как отдельного субъекта в глобальном масштабе Российской Федерации участвуют прежде всего производственные предприятия, поскольку город является важнейшей транспортной и промышленной артерией на перепутье транссибирской магистрали. По масштабам не сопоставимые с «первым эшеленом», представителями которого являются наименования таких гигантов в сфере добычи и переработки сырья, как «Роснефть», «Газпром» и других.

Однако, следуя примеру самых стабильных предприятий, используя математические методы и статистические конструкции необходимо прогнозировать значения прибыли (убытка), выручки, себестоимости и других жизненно важных показателей финансово-хозяйственной деятельности. Следовательно, это обеспечит определённую устойчивость производственных предприятий региона в условиях постоянно меняющейся глобальной экономической обстановки мира и Российской Федерации в целом.

Динамично меняющиеся рыночные условия побуждают должностных ответственных лиц оперативно реагировать на текущие вызовы, но своевре-

менное принятие необходимых мер невозможно без анализа и расчета не только текущих, но и будущих тенденций. Следовательно, в результате анализа оптимизируются производственные процессы и улучшается финансовое планирование.

## Основная часть

Производственная сфера является неотъемлемой составляющей экономики любого региона. Ее доля занимает большую часть, что отражается и на специфике жизнедеятельности территории определённого города. Одной из целей промышленной политики является формирование высокотехнологичной, конкурентоспособной промышленности, обеспечивающей переход экономики государства от экспортно-сырьевого типа развития к инновационному типу развития [11]. Руководителям подразделений необходимо не только придерживаться определённых принципов при достижении данной цели, а также обеспечивать выполнение задачи по созданию рабочих мест для граждан [11].

В процессе исследования были изучены финансовые показатели четырех различных предприятий, зарегистрированных на территории Омской области, с целью определения возможности использования статистического анализа для оценки эффективности дея-

тельности предприятий в среде программирования Python, но как оказалось для многих предприятий данный методический подход проблематично применить в виду значительного влияния внешних факторов. Так все рассматриваемые предприятия относятся к различным отраслям хозяйственной деятельности: АО «Аптечная сеть «Омское лекарство» (розничная торговля фармацевтическими товарами), АО «Нива» (сельскохозяйственное производство), АО «ЭКОИЛ» (производство и переработка растительных масел), ООО «Омский завод полипропилена» (производство полимеров). Сравнивая числовые финансовые показатели, пришли к выводу, что из-за разной отраслевой специфики значения от предприятия к предприятию значительно отличаются друг от друга.

Анализ таких показателей как выручка, прибыль и рентабельность показал, что различия между предприятиями обусловлены, в первую очередь, их отраслевой спецификой. Так, например, предприятия торговли могут иметь более высокую рентабельность, но меньшие объемы продаж, чем промышленные предприятия, что связано с особенностями формирования себестоимости. Эти различия подчеркивают важность учета отраслевых особенностей при анализе и разработке стратегий развития региона.

Фармацевтические предприятия могут иметь высокую рентабельность, но меньшие объемы продаж в период, допустим, не подверженный эпидемиям или вспышкам вирусных инфекций, возникает «сезонная» зависимость результатов финансовой и хозяйственной деятельности бизнеса от внешних факторов. Это также необходимо учитывать при дальнейшем прогнозировании таких важнейших экономических показателей, как прибыль, выручка и величина налогов [5]. Однако невозможно или является затруднительным предсказать будущее количество инфицированных от болезни или величину спроса на лекарства. Так, величина выручки предприятия АО «Аптечная сеть «Омское лекарство», достигло максимального значения в 2020 году: 2245687 руб., что связано с глобальной эпидемией [1]. Особенно стоит учитывать шаткую современную глобальную эпидемиологическую обстановку, где не исключено появление новых, ещё неисследованных вирусных инфекций. Следовательно, всё это несёт скорее абстрактный или субъективный характер и в виде статистического инструментария или числовых показателей предсказать, а что же будет с фармацевтическим бизнесом и отраслью в будущем, затруднительно. В этой сфере главными покупающими агентами являются постоянная, или уже устоявшаяся база клиентов, но учитывать только их количество также будет являться недостоверным анализом. Ведь текущий спрос на определённые виды товаров, продукции, услуг – это макроэкономические показатели. А их влияние также безусловно отражается и на других отраслях города.

Сельское хозяйство особенно подвержено влиянию внешних факторов, а рентабельность здесь полностью или в значительной степени зависит

от постоянно меняющихся погодных условий: засуха, заморозки, наводнения. Эпидемии среди скота или птицы также не исключены. Макроэкономическое влияние на сельскохозяйственные предприятия отказывают такие факторы, как платежеспособность населения, состояние мировой экономики, курсы валют и размер импортных пошлин. Таким образом, сезонность добавляет еще один субъективный фактор к числовым вычислениям, что, опять же, затрудняет прогнозирование таких важнейших показателей как выручка, валовая прибыль (убыток) и др. Однако, в ходе исследования было выявлено, что минимальный размер выручки предприятия Омской области АО «Нива», приходится на 2020 год: 990623 руб. [1]. Колебания и неустойчивость аграрного сектора на рассмотренном примере было только подтверждено. В результате, при планировании деятельности таких предприятий было бы целесообразным использовать методы, учитывающие погодные риски, что сделать с помощью математического аппарата является почти невозможным.

В ходе исследования были рассмотрены финансовые результаты такого бизнес-субъекта, как АО «ЭКОЙЛ», а числовые значения проанализированы. По исследуемому предприятию наблюдается устойчивый рост выручки в 2023 году по сравнению с 2019 годом на 56637 тыс. руб. и в отчетном году значение составило 216440 тыс. руб., данный факт подтверждает увеличение объемов продаж и незначительный рост цен на продукцию. Также наблюдается повышение себестоимости продаж за исследуемый период на 23292 тыс. руб., так в 2023 году показатель составил 56562 тыс. руб. Важно отметить, что темп роста себестоимости ниже, чем выручки. Валовая прибыль колеблется, но в целом показывает рост

в 2019 году с 126533 тыс. руб. до 159878 тыс. руб. в 2023 году, с пиком в 2022 году – 158013 тыс. руб. [1]. Такая математическая модель, как регрессионный анализ, опять же из-за значительного влияния не только внешних (инфляционный процесс, глобальная экономическая обстановка), будут нецелесообразными применительно для данного предприятия. Здесь, как и в предыдущих упомянутых примерах субъектах предпринимательства Омской области, можно анализировать темпы роста и относительные показатели, отталкиваясь от факторного анализа, а применение информационных технологий при прогнозировании будущих показателей будет неточным.

Рассмотрев ООО «Омский завод полипропилена», выяснилось, что влияние внешних, субъективных факторов незначительно, поэтому для анализа показателей в полной мере можно применить статистический инструментарий и математические расчёты с применением информационных технологий в программе Python. Посредством регрессионной модели удалось решить проблему прогноза показателей прибыли (убытка) на последующие четыре года. Анализ финансовых показателей ООО «Омский завод полипропилена» показал значительную волатильность. Выручка, прибыль от продаж и чистая прибыль претерпевали значительные колебания в течение рассматриваемого периода. Так, выручка, составившая 1671042 тыс. руб. в 2019 году, снизилась до 1367891 тыс. руб. в 2020 году, затем резко возросла до 2420009 тыс. руб. в 2021 году и снова уменьшилась до 2005797 тыс. руб. в 2022 году, и достигла величины 1654108 тыс. руб. в 2023 году. Такая же динамика по значительным колебаниям наблюдается у валовой прибыли, прибыли от продаж и чистой прибыли. Особое внимание

привлекают резкий рост процентов к уплате в 2021 и 2022 годах и высокий уровень прочих доходов и расходов в 2021 году. Данная неустойчивость может быть связана с изменениями конъюнктуры рынка полипропилена, изменениями условий кредитования, или реализацией крупных инвестиционных проектов, например модернизации производства. Учитывая значительную роль информационных технологий в использовании статистического анализа для оценки эффективности деятельности предприятий, важно изучить, как это влияние проявляется в развитии промышленности [3,15].

### Результаты исследования

При изучении деятельности нескольких промышленных предприятий было выявлено различие динамики изменения числовых показателей. Этот

факт обусловлен отличающейся производственной спецификой каждого из них. Подробнее рассмотрели и изучили деятельность предприятия ООО «Омский завод полипропилена» [1, 9]. Авторами научной статьи представлены результаты проведённого анализа финансовых показателей исследуемого предприятия за период 2019–2023 гг., применена модель линейной регрессии для выявления взаимосвязей между различными факторами и чистой прибылью (убытком). Авторский методический подход возможен к применению и для других предприятий различной отраслевой направленности при условии отсутствия влияния внешних факторов.

Полученные результаты позволили сравнить финансовое состояние и оценить влияние макроэкономических факторов на его прибыльность, что является важным для понима-

ния отраслевых особенностей и разработки эффективных управленческих решений [16].

Алгоритм авторского методического подхода использования статистического анализа для оценки эффективности деятельности предприятий в среде программирования Python заключается в следующем:

1. Внесение числовых данных, характеризующих финансовые результаты в разработанную таблицу в программном обеспечении MS Excel;

2. Проведение паркинга таблицы в среду веб-разработки Jupyter Lab на языке программирования Python для дальнейшего исследования и расчётов (Таблица 1).

Полученная таблица служит основой для построения графиков и прогноза об основных финансовых показателях ООО «Омский завод полипропилена», специализирующегося на производстве полимеров.

Таблица 1 (Table 1)

Данные отчета о финансовых результатах предприятия ООО «Омский завод полипропилена» за 2019–2023 гг. (отредактированная таблица в среде веб-разработки JupyterLab) [1]

Data from the financial results report of LLC “Omsk Polypropylene Plant” for 2019–2023 (edited table in JupyterLab web development environment) [1]

№	Показатель	2019	2020	2021	2022	2023
0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
1	Выручка	16710422	13678914	24200097	20057975	16541084
2	Коммерческие расходы	1339906	952485	1234406	1480674	1099039
3	Себестоимость продаж	8520949	6696686	10665448	10900350	9556739
4	Валовая прибыль (убыток)	8189473	6982228	13534649	9157625	6984345
5	Управленческие расходы	321619	326022	383229	408969	476677
6	Прибыль (убыток) от продаж	6527948	5703721	11917014	7267982	5408629
7	Доходы от участия в других организациях	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
8	Проценты к получению	406882	398500	1283327	2027263	1859058
9	Проценты к уплате	844268	835557	1479041	2483756	2333205
10	Прочие доходы	1449630	5023216	7586650	4722811	1248660
11	Прочие расходы	1479502	5149826	7602512	4890771	1338084
12	Прибыль (убыток) до налогообложения	6060690	5140054	11705438	6643529	4845058
13	Налог на прибыль	1035406	883091	1952847	1354680	985128
14	в т. ч. текущий налог на прибыль	1034188	888740	1953519	1395179	1049324
15	Отложенный налог на прибыль	1218	5649	672	40499	64196
16	в т. ч. постоянные налоговые обязательства	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
17	Изменение отложенных налоговых обязательств	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
18	Изменение отложенных налоговых активов	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
19	Прочее	6054	25	0	1244	144100
20	Чистая прибыль (убыток)	5031338	4256938	9752591	5287605	3715830
21	Совокупный финансовый результат периода	5031338	4256938	9752591	5287605	3715830
22	Результат от прочих операций, не включаемый в чистую прибыль (убыток) периода	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

```
In [21]: chetire = pd.read_excel('C:/Users/f-bar/OneDrive/Рабочий стол/himich.xlsx', sheet_name='him')
chetire
```

Рис. 1. Парсинг таблицы в среде веб-разработки на основе данных таблицы MS Excel  
Fig. 1. Parsing a table in the web development environment based on MS Excel spreadsheet data

3. Импорт инструментов библиотек pandas, python, seaborn, numpy, csv и таблицы с числовыми значениями основных финансовых показателей с целью разработки авторского кода (рисунок 1);

4. Осуществление расчетов основных экономических показателей с применением статистических формул и обоснование полученных числовых значений с помощью графиков в среде программирования Python.

Изучение деятельности предприятия ООО «Омский завод полипропилена» проводится с использованием статистических формул в среде программирования Python. Основные используемые статистические показатели: среднее значение, дисперсия, стандартное отклонение (СКО) и коэффициент вариации. Именно данные показатели являются важными инструментами для оценки деятельности предприятий и принятия дальнейших обоснованных решений в различных аспектах. В частности, при анализе выручки ООО «Омский завод полипропилена» статистические показатели позволяют получить ценную информацию о ее динамике, стабильности и изменчивости в будущем.

Стоит также подчеркнуть, что библиотека NumPy в Python позволяет эффективно работать с данными, которые можно представить как векторы, но сам Python этого не делает напрямую. Встроенные типы Python не являются векторами в строго математическом смысле. Однако для более понятной интерпретации следующих рассуждений следует иметь в виду, что вектор — это направленный прямоли-

нейный отрезок, т. е. отрезок, имеющий определенную длину и определенное направление [8]. Список или же по-другому кортеж — понятие, используемое в среде веб-программирования Python. Вводить числовые значения следует именно в виде таких структур данных, а затем осуществлять расчеты.

Так, среднее значение выручки представляет обобщенную меру типичной величины выручки за определенный период. Это позволяет оценить общую производительность предприятия и сравнить ее с прошлыми периодами или с данными конкурентов, однако в данном исследовании целью являлось рассчитать показатели чистой прибыли (убытка) предприятия на последующие несколько лет. Расчеты среднего значения проводились по формуле 1 [8]:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

где  $\bar{x}$  — среднее значение показателя за исследуемый период;  $x_i$  — величина показателя за каждый год;  $n$  — количество исследуемых в выборке лет.

Так, в ходе вычислений среднее значение для выручки составило 18237698,4 руб., для коммерческих расходов 1221302 руб., для себестоимости продаж 9268034,4 руб., для валовой прибыли (убытка) 8969664 руб., для чистой прибыли (убытка) 5608860,4 руб. Эти данные являются базовым представлением финансового состояния исследуемого предприятия, однако для более полного анализа необходимы дополнительные статистические показатели, такие как стандартное отклонение,

дисперсия и коэффициент вариации, которые позволяют оценить изменчивость и риски, связанные с каждым из показателей. Без информации о временном периоде и объеме выборки, полученные средние значения не могут быть использованы для прогнозирования результатов деятельности или для принятия окончательных решений.

Выборочную дисперсию (Sample Variance) считали по следующей формуле [21]:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}, \quad (2)$$

где

$S^2$  — выборочная дисперсия показателя;  
 $x_i$  — величина показателя за каждый год;  
 $\bar{x}$  — среднее значение показателя за исследуемый период;  
 $n$  — количество исследуемых в выборке лет.

Для выручки значение выборочной дисперсии оказалось равным 4026698,18 руб., для коммерческих расходов 205379,7 руб., для себестоимости продаж 1722682,39 руб., для валовой прибыли (убытка) 2709912,76 руб., для чистой прибыли (убытка) 2398879,88 руб.

Рассчитанная выборочная дисперсия показывает, что выручка является наиболее волатильным финансовым показателем, что требует особого внимания к факторам, влияющим на ее формирование и стабильность. Валовая и чистая прибыль также демонстрируют значительную изменчивость, что необходимо учитывать при планировании и управлении финансовыми рисками.

Статистический анализ финансовой деятельности предприятия включает в себя также

расчёт стандартного отклонения выборки (Sample Standard Deviation) [21]:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (3.1)$$

$$S = \sqrt{S^2}, \quad (3.2)$$

где

$S$  – стандартное отклонение рассматриваемой выборки;  
 $S^2$  – выборочная дисперсия выбранного показателя.

Для выручки оказалось значение стандартного отклонения выборки оказалось равным 2006,66 руб., для коммерческих расходов 453,19 руб., для себестоимости продаж 1312,51 руб., для валовой прибыли (убытка) 1646,18 руб., для чистой прибыли (убытка) 1548,83 руб.

Для более точного анализа рассчитали коэффициент вариации (Coefficient of Variation) [12]:

$$(CV)_x = \frac{S}{\bar{x}} 100\%, \quad (4)$$

где

$(CV)_x$  – коэффициент вариации;

$S$  – среднее квадратическое отклонение;

$\bar{x}$  – среднее значение показателя за исследуемый период.

Для выручки оказалось значение коэффициента вариации оказалось равным 22%, для коммерческих расходов 17%, для себестоимости продаж 19%, для валовой прибыли (убытка) 30%, для чистой прибыли (убытка) 43%. Стоит отметить, что чем выше  $CV$ , тем выше относительная волатильность показателя. В данном случае наибольшее значение коэффициента вариации наблюдается для чистой прибыли (убытка) – 43%, что свидетельствует о ее высокой относительной изменчивости по сравнению с ее средним значением. Чистая прибыль (убыток) является наиболее волатильным показателем, что может быть связано с высокой чувствительностью к изменениям в других статьях доходов и расходов, а также к

внешним факторам. Высокая изменчивость валовой прибыли также требует внимания. Относительно низкая изменчивость выручки, себестоимости продаж и коммерческих расходов свидетельствует о более предсказуемом характере этих показателей.

Для последующего прогноза чистой прибыли (убытка) предприятия ООО «Омский завод полипропилена» воспользовались математической моделью линейной регрессии. Для её построения необходимы данные нескольких независимых случайных величин  $X$  (предикторов) и зависящей от них величины  $Y$ . Зависимость между этими данными линейная, а распределение ошибок нормально [7]. Или, другими словами, можно предположить, что (с точностью до случайных ошибок) целевая переменная  $Y$  есть линейная комбинация  $Y_1 X_1 + \dots + Y_m X_m$  предикторных переменных  $X_1, \dots, X_m$  с неизвестными коэффициентами  $Y_1, \dots, Y_m$  [6]. Следовательно, для расчётов воспользовались однофакторным (парным) линейным уравнением регрессии [10]:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x, \quad (5)$$

Квадрат коэффициента множественной корреляции называется коэффициентом детерминации и существует формула для его расчета [10]:

$$R^2 = R^2_{y(x_1, x_2)}, \quad (6)$$

где

$R^2$  – коэффициент детерминации, доля дисперсии результативной переменной, объясняемая факторными переменными.

Или, другими словами, коэффициент  $R^2$  – это доля дисперсии, объясняемая моделью в среде веб-программирования [19]. Однако, в среде программирования Python расчёт обученной модели происходит по следующей формуле [7]:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}, \quad (7)$$

где

$\hat{y}_i$  – значения, предсказанные моделью;

$y_i$  – реальные значения  $y$  в каждом наблюдении;

$\bar{y}$  – среднее по всем реальным значениям  $y_i$ .

Если гипотеза о равенстве нулю всех коэффициентов верна, имеет место распределение Фишера с  $n$  и  $n - 1$  степенями свободы [7]:

$$F = \frac{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2 - \hat{\epsilon}^T \hat{\epsilon}}{n}}{\frac{\hat{\epsilon}^T \hat{\epsilon}}{(k - n - 1)}} \sim F(n, k - n - 1), \quad (8)$$

где

$F$  – распределение Фишера при остальных коэффициентах, равных 0;

$y_i$  –  $i$ -тое наблюдаемое значение зависимой переменной (измеренное значение отклика);

$\bar{y}$  – среднее значение зависимой переменной по всей выборке;

$\hat{\epsilon}$  – вектор оценок остатков (ошибок) регрессионной модели. Остаток – это разница между наблюдаемым значением и значением, предсказанным моделью;

$\hat{\epsilon}^T$  – транспонированный вектор остатков;

$\hat{\epsilon}^T \hat{\epsilon}$  – сумма квадратов остатков;

$n$  – общее количество наблюдений (размер выборки);

$k$  – количество параметров регрессионной модели (включая свободный член/константу).

Так, для расчёта распределения Фишера ввели данные о реальной и номинальной ключевых ставках рефинансирования ЦБ РФ: nominal rate и real rate за период 2020–2023 гг. [4]. Данные о процентных ставках отображены в таблице 2. Далее ввели данные об инфляции в России за тот же период и назвали данный показатель inflation [2]. Далее обучили модель в среде программирования Python для построения линейной регрессии учитывать инфляцию за прошедшие четыре года, именно так модель

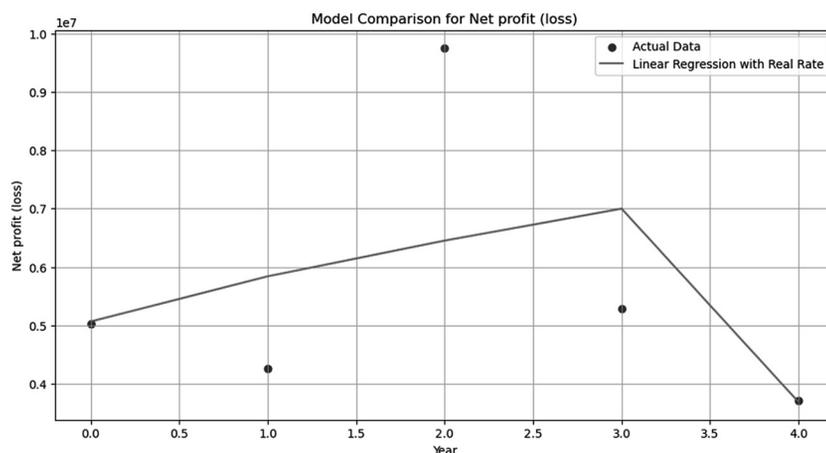


Рис. 2. Модель графика прогнозных значений чистой прибыли (убытка) с применением формулы Фишера предприятия ООО «Омский завод полипропилена» за период 2024–2028 гг. посредством линейной регрессии (учтены реальная и номинальная процентные ставки)

Fig. 2. Graph model of projected net profit (loss) values using the Fischer formula of LLC “Omsk Polypropylene Plant” for the period 2024–2028 using linear regression (real and nominal interest rates are considered)

стала выглядеть реальнее с учетом внешнеэкономических показателей (рисунок 2).

Следующий показатель среднеквадратическая ошибка является важным при статистическом анализе финансовых показателей предприятия, и для его расчёта в среде Python необходима библиотека sklearn.metrics [20]. Расчет среднеквадратической ошибки (Mean Squared Error) осуществляется по формуле [18]:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{n}, \quad (9)$$

где  $MSE$  – это Mean Squared Error (среднеквадратическая ошибка) – мера общей ошибки модели (чем меньше значение  $MSE$ , тем лучше модель соответствует данным);

$n$  – размер выборки;

$\hat{y}_i$  – предсказанное значение зависимой переменной для  $i$ -го наблюдения, полученное с помощью модели. Это оценка, которую модель выдает для соответствующего  $y_i$ .

Оценили значение наблюдаемых случайных величин таким образом, чтобы величина  $MSE$  была сведена к минимуму для каждой из величин. Таким образом, воз-

никла необходимость использования метода наименьших квадратов [14]. Так,  $MSE$  для графика на рисунке 2 составляет 3266594257648,55, а среднеквадратическая ошибка 0,29. Поскольку исходные данные используемых при подсчёте показателей представлены в виде больших числовых значений (миллионы и сотни тысяч), то значение 0,29 – очень маленькое, свидетельствующее о высоком качестве аппроксимации. Построенная модель очень точно описывает данные.

Следующим статистическим показателем, рассчитанным в среде веб-программирования Python, является коэффициент корреляции Пирсона [17]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{dx_i}{\sigma_x} \frac{dy_i}{\sigma_y}}{n}, \quad (10)$$

где

$r$  – сам коэффициент корреляции Пирсона;

$n$  – размер выборки (количество пар наблюдений  $(x_i, y_i)$ );

$dx_i$  – отклонение  $i$ -го значения переменной  $x$  от среднего значения переменной  $x(x_i - \bar{x})$ ;

$dy_i$  – отклонение  $i$ -го значения переменной  $y$  от среднего значения переменной  $y(y_i - \bar{y})$ ;

$\sigma_x$  – стандартное отклонение переменной  $x$ ;

$\sigma_y$  – стандартное отклонение переменной  $y$ .

Проведя расчёты данного коэффициента в среде веб-программирования Python, можно сделать вывод о том, что существует сильная положительная корреляция выручки и себестоимости продаж 0,8533, выручки и налога на прибыль 0,9759. Это лишний раз подтверждает теорию о том, что увеличение выручки приводит обычно к увеличению себестоимости продаж продукции предприятия, а значит, и взимаемого налога на прибыль. В результате произведенных расчётов также выявлена отрицательная корреляция прочих доходов с управленческими расходами  $-0,7438$ , прочих доходов и процентами к уплате  $-0,6701$ , а это свидетельствует о том, что рассматриваемое предприятие получает прочие доходы, в связи с этим может снижать управленческие расходы и отказаться от привлечения заемных средств.

Следует отметить, что корреляционный анализ был проведён с помощью библиотек NumPy и Pandas в среде программирования Python. Но корреляция учитывает только узкий спектр оказывающих влияние на изменчивость финансовых показателей предприятия факторов. Для дальнейшего статистического анализа и прогнозирования финансовых показателей авторы использовали регрессионную модель (таблица 2, рисунок 3).

Графики построены посредством визуализации с использованием библиотеки matplotlib и обучением модели регрессий посредством метода машинного обучения [13].

При этом коэффициент  $R^2$  для метрики линейной регрессии на рисунке 3 равен 0,01, для полиномиальной регрессии 0,43, для «метода случайно леса» (Random Forest

Таблица 2 (Table 2)

Данные о ключевой ставке рефинансирования в РФ за период 2020–2023 гг., используемые при подсчёте и построении графика функции распределения Фишера [4]

Data on the key refinancing rate in the Russian Federation for the period 2020 - 2023, used in calculating and plotting the Fischer distribution function [4]

Год	Номинальная ставка %	Реальная ставка %
2020	0,07	0,039
2021	0,06	0,01
2022	0,068	-0,015
2023	0,075	-0,04

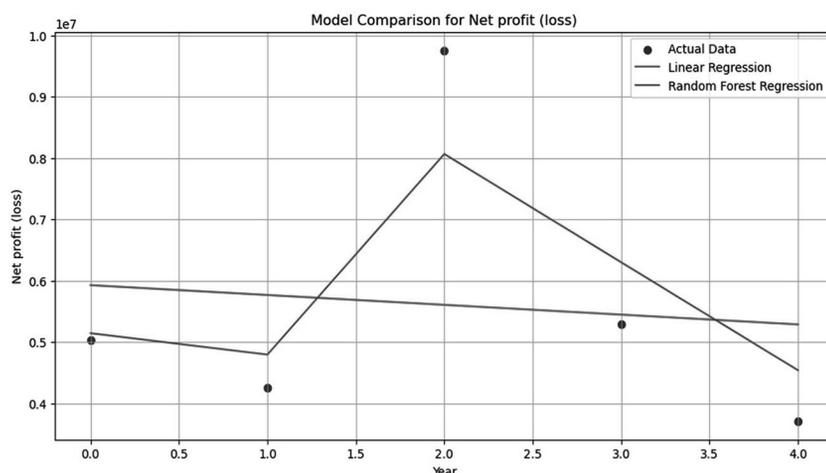


Рис. 3. Линейная регрессия и график алгоритма машинного обучения Random Forest с обучением на основании имеющихся данных о показателях чистой прибыли (убытка) предприятия ООО «Омский завод полипропилена» за период 2019–2023 гг.

Fig. 3. Linear regression and graph of the Random Forest machine-learning algorithm with training based on available data on net profit (loss) indexes of LLC “Omsk Polypropylene Plant” for the period 2019-2023

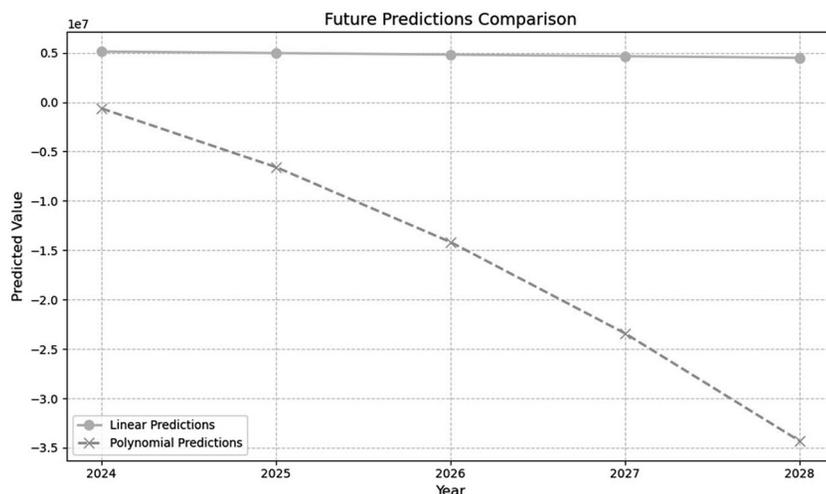


Рис. 4. Модель сопоставления прогнозных значений чистой прибыли (убытка) предприятия ООО «Омский завод полипропилена» за период 2024–2028 гг. посредством линейной и полиномиальной регрессий

Fig. 4. A model for comparing the projected net profit (loss) of LLC “Omsk Polypropylene Plant” for the period 2024 - 2028 using linear and polynomial regressions

Regression) равен 0,79. MSE оказался равен: 4552477403734.62, 2644948618858.61 и 972544233148.26 соответственно. Данные результаты можно интерпретировать следующим образом: модель Random Forest Regression оказалась наиболее точной, так как коэффициент детерминации (показатель, независимый от масштаба данных), для данной модели из трёх перечисленных наиболее близок к 1, то есть построенный график с 79% достоверности отражает ситуацию о представленных финансовых результатах предприятия ООО «Омский завод полипропилена». Однако прогнозирование числовых значений на будущие периоды, несмотря на низкую точность отражения текущей ситуации, будет проводиться именно через модель линейной регрессии.

Далее авторами было рассчитано уравнение, полученное на выходе:

$$\hat{y} = -160034,9x + 5288790,6, \quad (11)$$

где

$x$  – год (начиная с 0);

$\hat{y}$  – чистая прибыль (убыток), т.е. прогнозируемое значение.

Так как знак при коэффициенте регрессии отрицательный, то можно сделать вывод о том, что связь между зависимой и независимой переменными является обратной. Также построена модель полиномиальной и линейной регрессии на одном поле для наглядного сопоставления данных. Полиномиальная регрессия представлена в виде части параболы стандартного вида  $ax^2 + by + c$  с коэффициентами  $a = 0$ ,  $b = -3461574.61785712$ ,  $c = -825384.92785715$ . Результаты отражения динамики за исследуемый период отражены на рисунке 4.

При этом, четко видно снижение прогнозируемого показателя в ближайшие четыре года на обеих моделях. Значит, ввод числовых данных и их отражение посредством написан-

Таблица 3 (Table 3)

Данные прогноза прибыли (убытка) для предприятия ООО «Омский завод полипропилена» на 2024–2028 гг., полученные в результате составления линейной и полиномиальной регрессий

Profit (loss) forecast data for LLC “Omsk Polypropylene Plant” for 2024–2028, obtained as a result of linear and polynomial regressions

Год	Линейная регрессия (Linear Prediction)	Полиномиальная регрессия (Polynomial Predictions)
2024	5128755.70	-648938.80
2025	4968720.80	-6586668.20
2026	4808685.90	-14175167.46
2027	4648651.00	-23414436.57
2028	4488616.10	-34304475.54

ного с использованием Python кода осуществлено максимально точно.

Результаты прогноза прибыли (убытка) для ООО «Омский завод полипропилена» на период 2024–2028 годы посредством различных регрессионных моделей с использованием встроенных библиотек Python наглядно представили в таблице 3.

Анализ прогнозов прибыли (убытка) ООО «Омский завод полипропилена» на период 2024–2028 годы, полученный с использованием линейной и полиномиальной регрессии, позволяет сделать следующие выводы: линейная регрессия предвидит последовательное снижение прибыли в течение периода 2024–2028 гг. Одновременно с этим полиномиальная регрессионная модель прогнозирует возрастающие от года к году убытки, в связи с присутствием отрицательных значений, все дальше отдаляющихся от нейтрального значения 0. Прогнозы линейной регрессии показывают положительные

значения прибыли, в то время как полиномиальная регрессия прогнозирует отрицательные значения, что указывает на убытки. Разница в абсолютных значениях между прогнозами, особенно к 2028 году, очень велика. Стоит отметить также неопределённость в отношении будущей прибыльности предприятия. Анализ адекватности используемых статистических моделей, выведенных посредством написания авторского кода, показывает, что прогнозы точны. Вследствие этого, будущая прибыльность предприятия ООО «Омский завод полипропилена» вызывает сомнения, поскольку статистические модели явно прогнозируют убытки, возрастающие в темпе прогрессии.

### Заключение

Деятельность любого предприятия невозможна без влияния различных объективных и субъективных внешних факторов экономической жизни в масштабах как региона, так и

страны. Финансовые показатели ООО «Омский завод полипропилена» указали на значительные числовые значения относительно выручки и прибыли (убытка). Подчеркнем также и то, что проведенный статистический анализ выявил существенную волатильность этих показателей. На основании авторского методического подхода по использованию статистического анализа для целей оценки эффективности деятельности исследуемого субъекта предпринимательства в среде программирования Python выявили, что производственному предприятию необходимо детально изучать влияющие на прибыльность факторы, а управляющему персоналу и другим компетентным лицам непрерывно разрабатывать стратегии управления рисками для обеспечения финансовой устойчивости предприятия в ответ на возникающие вызовы. Экспертные оценки позволят увеличить производство продукции, на котором специализируется бизнес. Прогнозирование включает в себя использование комплексных методов анализа, таких как регрессионный анализ и статистические расчеты. Дальнейшее развитие полипропиленовой промышленности Омской области, а также сценарное планирование и разбор макроэкономической ситуации позволят принимать обоснованные управленческие решения и повысить адаптивность предприятия к изменяющимся условиям.

### Литература

1. Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. [Электрон. ресурс] // Федеральная налоговая служба. Режим доступа: <https://bo.nalog.ru/>
2. Инфляция в России [Электрон. ресурс] // GoGov.ru. Режим доступа: <https://gogov.ru/articles/inflation-rf>
3. Карышев М.Ю., Герасимова Е.А. Информационные технологии как инструмент оценки

эффективности и фактор развития цифровой экономики // Вестник СамГУПС. 2021. №4. С. 19–26.

4. Ключевая ставка и ставка рефинансирования. [Электрон. ресурс] // ГАРАНТ. Режим доступа: <https://base.garant.ru/10180094/>

5. Конюкова О.Г., Лукаш А.Н. Применение экономико-статистических методов для повышения эффективности деятельности кинотеатров в санкционных условиях // Статистика и Экономика. 2024. Т. 21. № 4. С. 35–44.

6. Лагутин М.Б., Будилова Е.В., Мигранова Л.А. Динамика // Население. 2015. №3. С. 93
7. Оценка результатов линейной регрессии. [Электрон. ресурс] // Habr. Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/195146/>
8. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс. 20-е изд. М.: АЙРИС-пресс, 2024. 608 с.
9. Проверь себя и контрагента. [Электрон. ресурс] // Федеральная налоговая служба. Режим доступа: <https://pb.nalog.ru/>
10. Салин В.Н., Попова А.А., Шпаковская Е.П. Место статистики в процессах глобализации // Век глобализации. 2013. №2. С. 131–142.
11. Федеральный закон «О промышленной политике в Российской Федерации» от 31.12.2014 № 488-ФЗ (последняя редакция). [Электрон. ресурс] // КонсультантПлюс. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_173119/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173119/)
12. Coefficient of Variation. [Электрон. ресурс] // Resource Systems Consulting. Режим доступа: <https://www.resourcesystemsconsulting.com/2011/06/06/coefficient-of-variation/>
13. Examples. [Электрон. ресурс] // Matplotlib. Режим доступа: <https://matplotlib.org/stable/gallery/index.html>
14. Hisashi Kobayashi, Brian L., Mark and William Turin. Probability, Random Processes, and Statistical Analysis Applications to Communications, Signal Processing, Queueing Theory and

Mathematical Finance. New York: Cambridge University Press, 2012. 813 с.

15. Kalnitskaya I.V., Konyukova O.G. Liquidity of the organization's assets: problems of assessment and directions of their solution // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. 2024. 17(3). P. 445–456.
16. Patlasov O. Yu., Konyukova O.G. Model for assessing the financial position of oil and gas companies // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. 2023. 16(3). P. 391–404.
17. Python, корреляция и регрессия: часть 1. [Электрон. ресурс] // Habr. Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/557998/>
18. Python | Mean Squared Error. [Электрон. ресурс] // GeeksforGeeks. Режим доступа: <https://www.geeksforgeeks.org/python-mean-squared-error/>
19. Summary.lm: Summarizing Linear Model Fits. [Электрон. ресурс] // RDocumentation. Режим доступа: <https://www.rdocumentation.org/packages/stats/versions/3.6.2/topics/summary.lm>
20. Supervised learning. [Электрон. ресурс] // Scikit-learn. Режим доступа: [https://scikit-learn.org/stable/supervised\\_learning.html](https://scikit-learn.org/stable/supervised_learning.html)
21. Variance and Standard Deviation. [Электрон. ресурс] // Newcastle University. Режим доступа: <https://www.ncl.ac.uk/webtemplate/ask-assets/external/maths-resources/statistics/descriptive-statistics/variance-and-standard-deviation.html>

## References

1. Gosudarstvennyy informatsionnyy resurs bukhgalterskoy (finansovoy) otchetnosti = State information resource of accounting (financial) reporting. [Internet]. Federal Tax Service. Available from: <https://bo.nalog.ru/> (In Russ.)
2. Inflyatsiya v Rossii = Inflation in Russia [Internet]. GoGov.ru. Available from: <https://gogov.ru/articles/inflation-ru> (In Russ.)
3. Karyshev M.Yu., Gerasimova E.A. Information technologies as a tool for assessing the effectiveness and a factor in the development of the digital economy. Vestnik SamGUPS = Bulletin of Samara State University of Railways. 2021; 4: 19–26. (In Russ.)
4. Klyuchevaya stavka i stavka refinansirovaniya = Key rate and refinancing rate. [Internet]. GARANT. Available from: <https://base.garant.ru/10180094>. (In Russ.)
5. Konyukova O.G., Lukash A.N. Application of economic and statistical methods to improve the efficiency of cinemas under sanctions. Statistika i Ekonomika = Statistics and Economics. 2024; 21; 4: 35–44. (In Russ.)
6. Lagutin M.B., Budilova E.V., Migranova L.A. Dynamics. Naseleniye = Population. 2015; 3: 93. (In Russ.)

7. Otsenka rezul'tatov lineynoy regressii = Evaluation of linear regression results. [Internet]. Habr. Available from: <https://habr.com/ru/articles/195146>. (In Russ.)
8. Pismenny D.T. Konspekt lektsiy po vysshey matematike: polnyy kurs = Lecture notes on higher mathematics: full course. 20th ed. Moscow: AIR-IS-press; 2024. 608 p. (In Russ.)
9. Prover' sebya i kontragenta = Check yourself and your counterparty. [Internet]. Federal Tax Service. Available from: <https://pb.nalog.ru>. (In Russ.)
10. Salin V.N., Popova A.A., Shpakovskaya E.P. The place of statistics in globalization processes. Vek globalizatsii = The century of globalization. 2013; 2: 131–142. (In Russ.)
11. Federal Law “On Industrial Policy in the Russian Federation” dated 31.12.2014 No. 488-FZ (latest revision). [Internet]. ConsultantPlus. Available from: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_173119](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173119). (In Russ.)
12. Coefficient of Variation. [Internet]. Resource Systems Consulting. Available from: <https://www.resourcesystemsconsulting.com/2011/06/06/coefficient-of-variation/>
13. Examples [Internet]. Matplotlib. Available from: <https://matplotlib.org/stable/gallery/index.html>

14. Hisashi Kobayashi, Brian L. Mark and William Turin. Probability, Random Processes, and Statistical Analysis Applications to Communications, Signal Processing, Queuing Theory and Mathematical Finance. New York: Cambridge University Press; 2012. 813 p.

15. Kalnitskaya I.V., Konyukova O.G. Liquidity of the organization's assets: problems of assessment and directions of their solution. Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. 2024. 17(3): 445–456.

16. Patlasov O. Yu., Konyukova O. G. Model for assessing the financial position of oil and gas companies. Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. 2023. 16(3): 391–404.

17. Python, korrelyatsiya i regressiya: chast' 1 = Python, Correlation, and Regression: Part 1. [In-

ternet]. Habr. Available from: <https://habr.com/ru/articles/557998>. (In Russ.)

18. Python | Mean Squared Error. [Internet]. GeeksforGeeks. Available from: <https://www.geeksforgeeks.org/python-mean-squared-error/>

19. Summary.lm: Summarizing Linear Model Fits. [Internet]. RDocumentation. Available from: <https://www.rdocumentation.org/packages/stats/versions/3.6.2/topics/summary.lm>

20. Supervised learning. [Internet]. Scikit-learn. Available from: [https://scikit-learn.org/stable/supervised\\_learning.html](https://scikit-learn.org/stable/supervised_learning.html)

21. Variance and Standard Deviation. [Internet]. Newcastle University. Available from: <https://www.ncl.ac.uk/webtemplate/ask-assets/external/maths-resources/statistics/descriptive-statistics/variance-and-standard-deviation.html>

#### Сведения об авторах

##### **Ольга Георгиевна Конюкова**

Старший преподаватель кафедры Финансы и учет

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Омск, Россия

Эл. почта: [ogkonyukova@fa.ru](mailto:ogkonyukova@fa.ru)

##### **Фарида Фаритовна Баратова**

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Омск, Россия

Эл. почта: [fararawr@yandex.ru](mailto:fararawr@yandex.ru)

#### Information about the authors

##### **Olga G. Konyukhova**

Senior Lecturer at the Finance and Accounting Department

Financial University under the Government of the Russian Federation, Omsk, Russia

E-mail: [ogkonyukova@fa.ru](mailto:ogkonyukova@fa.ru)

##### **Farida F. Baratova**

Financial University under the Government of the Russian Federation, Omsk, Russia

E-mail: [fararawr@yandex.ru](mailto:fararawr@yandex.ru)