

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 7718831
выдано Федеральной службой
по надзору за соблюдением
законодательства
в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия

Журнал «Финансы и бизнес»
включен в список изданий,
рекомендованных ВАК РФ
Журнал «Финансы и бизнес»
включен в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ)

СОДЕРЖАНИЕ

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Л. А. Сошникова, В. А. Овсеенко

Анализ рынка труда Республики Беларусь: модель пространственной авторегрессии 3

А. И. Залилов

Многомерное социально-экономическое неравенство в России: межрегиональная и внутрирегиональная компоненты22

Е. В. Шалаева

Влияние рыночной неопределенности на эффективность малых и средних предприятий: роль государственной поддержки32

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

М. Ю. Архипова, М. П. Кузнецова

Моделирование финансовой инклюзивности заемщиков с ограниченной кредитной историей: компромисс между точностью, интерпретируемостью и алгоритмической справедливостью46

В. В. Бухвалова, И. П. Сидельникова

Использование DEA-рейтингов при составлении портфеля облигаций60

СТРАХОВАНИЕ

Е. Д. Заболотский

Демографический риск в операциях негосударственных пенсионных фондов 75

РЫНОК ТОВАРОВ И УСЛУГ

А. А. Гавриленко

Эконометрическое моделирование доступности жилья для молодых семей в условиях стохастических шоков (на примере Санкт-Петербурга).....89

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

А. Д. Романов, Г. М. Фридман

Решение задачи о динамическом перестроении графика оборота воздушных судов98

ИСТОРИЯ ФИНАНСОВ И УЧЕТА

А. Л. Дмитриев

Специальные статистические исследования Министерства внутренних дел в предреформенный период в России..... 113

VARIA

М. В. Початков, В. С. Волков, М. А. Сторчевой

Защита заявителей в коммерческих организациях: разработка управленческой модели 127

Сведения об авторах..... 143

Аннотации 144

Summaries 149

Contents..... 154

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Л. А. Сошникова

докт. экон. наук, профессор кафедры статистики Белорусского государственного экономического университета

В. А. Овсеенко

сотрудник Национального статистического комитета Республики Беларусь

АНАЛИЗ РЫНКА ТРУДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ АВТОРЕГРЕССИИ

Введение

Обоснование и предпосылки построения модели пространственной авторегрессии рынка труда Республики Беларусь

Регионы одной и той же страны, как правило, не развиваются независимо, а влияют друг на друга: при росте одного из регионов соседние могут также расти (благодаря кооперации), или, наоборот, замедляться (из-за конкуренции), или никак не реагировать на особенности развития соседей. Для учета пространственных факторов используют пространственно-эконометрические модели, отличающиеся от классических регрессий наличием пространственных лагов при зависимой и независимых переменных.

Концепция пространственно-эконометрических моделей заключается в следующем: при анализе макроэкономических показателей регионов (стран, их регионов и т. д.) необходимо учитывать не только местные факторы, но и значения этих показателей в других территориях. Однако добавление отдельного параметра для каждой территории резко сокращает степени свободы модели, затрудняя оценку параметров. Для решения этой проблемы число параметров минимизируют, как это принято, например, в автокорреляционных моделях, моделях Койка или Алмон. В пространственно-эконометрических моделях это реализуется через матрицу весов (или взвешивающую матрицу) W , которая может быть граничной, основанной на обратных расстояниях, торговых потоках, различиях в культуре или управлении, минимальном времени пути между столицами территорий, рыночном потенциале и других факторах.

Для некоторых моделей число параметров, отражающих влияние других территорий, сокращается до одного — коэффициента пространственной автокорреляции (по аналогии с коэффициентом автокорреляции во временных рядах). Если этот коэффициент оказывается значимым и положительным (или отрицательным), то делают вывод о существовании положительных (отрицательных) пространственных эффектов, т. е. какое-либо изменение, произошедшее в одном регионе, приведет к аналогичному (противоположному) по действию изменению в соседнем регионе (если используется граничная матрица). Идеи многих пространственных моделей почерпнуты из теории временных рядов, только в пространственных моделях временные лаги Y , X , X_{t-1} , e заменяются на соответствующие пространственные лаги WY , WX , We , где W — взвешивающая матрица, отражающая влияние всех остальных регионов. Чаще всего используется граничная матрица, в которой для каждого региона отличны от нуля лишь веса для граничных регионов, или используется матрица обратных расстояний, в которой веса обратно пропорциональны

расстоянию от столицы выбранного региона до столиц остальных регионов (Валимухаметова, 2015).

Одной из простейших моделей пространственной авторегрессии первого порядка является модель (1), которая описывает зависимость интегрального показателя рынка труда региона от значений пространственного лага

$$Y = \alpha + \rho Y_i^* + \varepsilon, \quad i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где ε — случайные остатки модели; $Y^* = WY$, где W — матрица весов с элементами;

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j \text{ — один из ближайших соседей } i \text{ региона;} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

α, ρ — неизвестные параметры модели.

Для изучения рынка труда Республики Беларусь с пространственных позиций было использована модель (2), которая описывает зависимость интегрального показателя рынка труда района от средневзвешенных интегральных показателей рынков труда соседних районов:

$$Y_i = \alpha + \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot Y_j + \varepsilon, \quad i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Модель (3) называют *моделью пространственной авторегрессии* (Сошникова, Кашевич, 2022); (Зарова, Залманов, 2024):

$$Y_\rho = WY + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n). \quad (3)$$

Для анализа регионального рынка труда необходимо еще учитывать целый ряд факторных переменных, от которых зависит обобщающий индикатор рынка труда в каждом конкретном регионе. В этом случае модель пространственной авторегрессии (3) преобразуется в смешанную модель пространственной авторегрессии (4):

$$Y_\rho = WY + X\beta + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n), \quad (4)$$

где β — вектор коэффициентов регрессии, ρ — коэффициент пространственной автокорреляции уровней первого порядка.

Модель (4) может включать и пространственные лаги факторных переменных, что приводит к модели (5).

$$Y_\rho = WY + X\beta + WX\theta + \varepsilon, \quad (5)$$

где W — матрица весов, элементы которой определяются в соответствии с выбранным правилом.

Такие модели целесообразно строить, когда очевидно, что на результативный показатель, например, на интегральный показатель регионального рынка труда влияют темпы экономического роста, инвестиции, уровень заболеваемости, уровень преступности и т. д., как данного региона, так и соседних регионов.

Матрицы пространственных весов учитывают степень соседства объектов, при этом помимо географического расстояния может использоваться экономическое расстояние, например, скорость доставки грузов, время перевозки пассажиров. Матрицы пространственных весов всегда квадратные с нулевыми значениями главной диагонали матрицы. Таким образом, исключается влияние объекта самого на себя. Строки матрицы содержат веса, с которыми соседние объекты влияют на данный объект. В расчетной практике матрица пространственных весов приводится к нормализованному виду, то есть сумма весов по каждой строке матрицы

равняется единице. Наиболее часто применяются следующие типы матриц пространственных весов:

- матрица граничных соседей;
- матрица ближайших соседей;
- матрица обратных расстояний (Валимухаметова, 2015).

При построении территориальных моделей регрессии необходимо выбрать и обосновать способ определения матрицы весовых коэффициентов. Нередко выдвигается предположение, что более близкие соседи оказывают наибольшее влияние на показатели региона. Хотя в отдельных случаях между отдаленными территориями могут быть даже более тесные хозяйственные связи, обусловленные спецификой региональных видов деятельности (поставками сырья, комплектующих изделий, промежуточным потреблением товаров и др.). Используются следующие алгоритмы вычисления матрицы весовых коэффициентов, основанные на:

- административно-территориальном делении изучаемого региона (области, страны);
- пропускающей фиксированной ширине окна;
- использовании адаптивных ядер.

В первом случае для точек, принадлежащих району A , элемент весовой матрицы будет равен единице, в противном случае — нулю.

$$w_{ij}=1, \text{ если } (i, j) \in A;$$

$$w_{ij}=0, \text{ если } (i, j) \notin A.$$

Во втором варианте веса определяются с учетом расстояния между исследуемыми объектами (d). При этом задают предельно допустимую удаленность (b), т. е. некоторое фиксированное расстояние, по которому определяются ближайшие соседи:

$$w_{ij}=1, \text{ если } d_{ij} < b;$$

$$w_{ij}=0, \text{ если } d_{ij} \geq b.$$

Расстояние между исследуемыми объектами d_{ij} находят как расстояние между точками на плоскости. Величина b фиксирована и называется шириной окна (или шириной полосы пропускания). Недостатком такого подхода является предположение, что все регионы, попавшие в полосу пропускания, оказывают одинаковое влияние на исследуемый регион. Но если задать достаточно широкую полосу пропускания, то регионы-соседи могут сильно отличаться по степени близости к данному региону. Влияние соседей будет уменьшаться с увеличением расстояния. Поэтому имеет смысл ввести систему взвешивания и веса определять с учетом изменения расстояния между исследуемыми объектами. Веса, которые являются убывающими функциями расстояния, называются ядрами. Наиболее часто применяют ядра Гаусса по формуле (6)

$$w_{ij} = \exp \left(-\frac{\alpha}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right), \quad (6)$$

где b — фиксированная ширина полосы пропускания, α — масштабный коэффициент.

Для местоположения i вес равен единице, так как $d_{ij}=0$, при удалении объектов исследования от i -го объекта веса быстро уменьшаются.

Веса можно рассчитывать с учетом рангов. Для этого рассчитываются все расстояния (например, по евклидовой метрике) и все соседи, попавшие в полосу пропускания, ранжируются по расстоянию до изучаемого объекта. Ближайшим соседям присваивают нулевой ранг и вес, равный единице. При удалении объектов от интересующего местоположения ранг, как и расстояние, увеличивается, а вес уменьшается.

Оптимальное число ближайших соседей m можно определить с помощью итеративной процедуры, сравнивая качество моделей для разных значений параметров (коэффициент масштаба, ширину полосы пропускания). Для полученного оптимального числа соседей проводится расчет весов с ядром би-квадрат (7) или три-куб, формула (8). Положительные веса получают только m ближайших соседей, для остальных веса равны нулю.

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2, & \text{если } j \text{ один из } m \text{ соседей,} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (7)$$

Величина параметра b — это расстояние до самого дальнего из m ближайших соседей, попавших в полосу пропускания:

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^3\right)^3, & \text{если } d_{ij} < b. \\ 0, & d_{ij} \geq b. \end{cases} \quad (8)$$

В случае использования выражения (8) убывание весов будет происходить быстрее (Сошникова, Кишкович, 2022).

Таким образом, при выборе способа определения матрицы весовых коэффициентов необходимо учитывать особенности конкретной задачи и доступные данные. Можно провести анализ и сравнение различных вариантов, чтобы выбрать наиболее подходящий и эффективный подход для построения территориальных моделей регрессии.

Расчет матрицы весов для областей Республики Беларусь

В настоящей работе для выявления возможных пространственных эффектов были выделены пять интегральных макроэкономических показателей, характеризующих: рынок труда, население, инвестиции, малый бизнес, социальную сферу.

Переменная «интегральный показатель рынка труда» выбрана в оцениваемых ниже моделях в качестве зависимой. Подчеркнем еще раз, что выявление, например, положительного пространственного эффекта для роста показателя в регионах соответствует тому, что экономически растущий регион «тянет за собой» другие регионы; тогда как отрицательный пространственный эффект для роста показателя соответствует тому, что растущий регион «забирает на себя» ресурсы и не дает расти другим регионам.

Для построения интегрального индикатора рынка труда блочные региональные индикаторы необходимо взвесить с учетом территориального расположения региона. Взвешивание происходит непосредственно с помощью матрицы весовых коэффициентов. Все расчеты были проведены по данным за 2016, 2020 и 2023 гг. для 118 районов и 11 городов Республики Беларусь, включая Минск.

Фиксированная полоса пропускания b выбиралась с учетом вариации расстояний в рассматриваемом регионе. Так, в Брестской области расстояния варьируются в значениях от 21,4 км до 295 км. Среднее значение по всем расстояниям (за исключением расстояний районных городов от их районов, которые равны 0), составляет 131,4 км. Соответственно, для Брестской области полоса пропускания принята равной 140 км. В процессе расчета методом «ядро би-квадрат» для объектов в пределах полосы пропускания веса изменяются, а для остальных объектов они равны нулю (Сошникова, Кишкович, 2022).

Затем были рассчитаны весовые коэффициенты для Барановичского района с Березовским, Брестским и Ганцевичским районами, расстояние между которыми равняется $d_{21} = 108$ км, $d_{31} = 208$ км и $d_{41} = 72,7$ км, соответственно. Подставив соответствующие значения в формулу (7), получаем:

для Березовского района ($d_{21} < b$):

$$w_{21}^{(d^2)} = \left(1 - \left(\frac{108}{140} \right)^2 \right)^2 = 0,1639;$$

для Брестского района ($d_{31} < b$):

$$w_{31}^{(d^2)} = 0;$$

для Ганцевичского района ($d_{41} < b$):

$$w_{41}^{(d^2)} = \left(1 - \left(\frac{72,7}{140} \right)^2 \right)^2 = 0,5334.$$

Аналогично были проведены расчеты весовых коэффициентов для оставшихся районов и получена итоговая матрица весовых коэффициентов для районов Брестской области.

Далее были выбраны полосы пропускания для оставшихся областей Республики Беларусь аналогичным способом, результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Значения полосы пропускания для областей Республики Беларусь
на основе матриц расстояний между ними, км**

Область	Минимальное расстояние между областями	Максимальное расстояние между областями	Среднее значение	Полоса пропускания b
Брестская	21,4	295	131,4	140
Витебская	11,5	322	134,7	150
Гомельская	13,4	296	134,2	150
Гродненская	20,8	274	115,3	130
Минская	16,0	306	129,6	140
Могилевская	23,6	312	137,3	150

Источник: расчеты авторов по данным Белстата.

Аналогично были проведены расчеты весовых коэффициентов для оставшихся районов и получены итоговые матрицы весовых коэффициентов для районов всех областей Республики Беларусь.

Построенные матрицы весовых коэффициентов для регионов Республики Беларусь позволяют изучить влияние рассмотренных интегральных показателей на интегральный показатель рынка труда с учетом территориальных особенностей регионов Республики Беларусь.

Модель рынка труда с учетом территориальной расположенности регионов Республики Беларусь

Построение интегральных индикаторов

Разработаны блочные (интегральные) показатели социально-экономических характеристик регионов, которые представляют собой интеграцию нескольких частных критериев, выделенных из исходного множества показателей. Для определения частных критериев и соответствующих весовых коэффициентов в агрегированном показателе был использован факторный анализ, который позволил:

- определить латентные закономерности исследуемых переменных, которые возникают под воздействием некоторых общих факторов;
- провести анализ корреляции между выделенными факторами и признаками;
- дать характеристику объекта посредством факторов, количество которых намного меньше числа исходных переменных (Сошникова, Кишкович, 2022).

Выбрав Брестскую и Витебскую области, был сформирован максимальный набор показателей по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь за 2016, 2020 и 2023 гг. (Статистический ежегодник Республики Беларусь..., 2017, 2024).

Таким образом, была сформирована база данных по выбранным переменным каждого блока, характеризующего социально-экономическое положение регионов. Для того, чтобы рассчитать каждый из перечисленных выше блочных интегральных индикаторов, была проведена унификация исходных переменных: их значения были центрированы и нормированы, т. е. приведены к шкале (0, 1).

Факторный анализ проводился в пакете STATISTICA. Первыми были взяты данные выбранных характеристик интегрального показателя рынка труда по Брестской области за 2016 г., рассматривались следующие переменные: X_1 — номинальная начисленная средняя заработная плата; X_2 — уровень безработицы; X_3 — уровень травматизма; X_4 — списочная численность работников; X_5 — удельный вес граждан, принятых на работу в течение года, в списочной численности работников.

При решении вопроса об оптимальном количестве факторов m_j использовался график каменистой осыпи и его смысловая интерпретация. Можно было отобрать только факторы с собственными значениями, большими 1. По существу, это означает, что если фактор не выделяет дисперсию, эквивалентную по крайней мере дисперсии одной переменной, то он опускается (Демидова, 2014).

Если в блоке более одной главной компоненты ($m_j > 1$), то расчет интегрального блочного показателя осуществлялся по формуле (9)

$$y_i(r) = \sum_{j=1}^n \vartheta_j(r) \cdot \left(y_i^{(r)}(j) \right), \quad (9)$$

где $y_i(r)$ — значение интегрального блочного индикатора r -го блока для i -го региона; $y_i^{(r)}(j)$ — значение j -главной компоненты r -го блока для i -го региона; $\vartheta_j(r)$ — нормированные неотрицательные веса, которые определяются пропорционально выборочным дисперсиям $\sum_{j=1}^{m_0} \vartheta_j(r) = 1$ (Зарова, Залманов, 2024).

$$s_j^2(r) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i^{(r)}(j) - \bar{y}^{(r)}(j))^2. \quad (10)$$

В итоге при заданном минимальном собственном значении равном 0,001, были выделены два фактора, оказывающие влияние на результирующий показатель (табл. 2).

Таблица 2

Собственные значения главных компонент (факторов) блока Y регионов Брестской области

	Собств. значения	% общей дисперсии	Кумулятивные собств. значения	Доля в кумулятивной дисперсии, %
1	1,795842	35,91685	1,795842	35,91685
2	1,630084	32,60169	3,425927	68,51853

Источник: разработка авторов.

Выделенные факторы объясняют в совокупности 68,52% дисперсии исходных переменных. Вращение факторов (варимакс) в данном случае не привело к более равномерному распределению объясненной дисперсии между факторами и увеличению удельного веса каждого из них.

Данные табл. 3 свидетельствуют о включении в первый (генеральный) фактор двух переменных с положительными значениями коэффициента корреляции: X_1 — номинальная начисленная средняя заработная плата; X_4 — списочная численность работников. Переменные, входящие в состав фактора, позволяют обозначить его как «фонд заработной платы». Факторный вес нового показателя составил 35,92%. Второй сформированный фактор связан с переменными X_2 (уровень безработицы) и X_5 (удельный вес трудоустроенных граждан в течение года в списочной численности работников). Условно этот фактор можно обозначить как «трудоустройство граждан». Его факторный вес составил 32,60%.

Таблица 3

Факторные нагрузки главных компонент блока Y

Переменные	Фактор 1	Фактор 2
X_1	0,917545	0,055475
X_2	−0,051053	0,876702
X_3	−0,393795	0,062733
X_4	0,782172	0,463049
X_5	0,429511	−0,800032
Общ. дисперсия	1,795842	1,630084
Доля общ.	0,359168	0,326017

Источник: разработка авторов.

Заключительный этап приводит к формированию результирующего показателя «интегральный индикатор рынка труда», который рассчитывается как взвешенная сумма полученных главных компонент по формуле (9). В качестве весов использовались соответствующие собственные значения (Кузнецова, Шевченко, 2019), а в качестве самих значений — рассчитанные значения двух факторов для каждого района (табл. 4).

Таблица 4

Значения выделенных общих факторов блока У для наблюдаемых объектов (фрагмент таблицы)

№	Район	Фактор 1	Фактор 2
1	Барановичский	0,27763	−1,28045
2	Березовский	−0,33706	0,91616
3	Брестский	0,69515	−1,54975
4	Ганцевичский	−1,27935	1,16012
5	Дрогичинский	−0,55942	−0,50374

Источник: разработка авторов.

Так получаем интегральный индикатор рынка труда за 2016 год для Барановичского района:

$$y_1(Y) = 0,27763 \cdot 1,795843 + (-1,28045) \cdot 1,630083 = -1,58868;$$

для Березовского района:

$$y_2(Y) = (-0,33706) \cdot 1,795843 + 0,91616 \cdot 1,630083 = 0,88811.$$

Таким же образом были получены значения интегрального индикатора рынка труда Y_i для оставшихся регионов Брестской и Витебской областей за 2016 и 2022 г. Аналогичные расчеты были проведены для выбранных регионов за 2016 и 2022 г. по оставшимся интегральным показателям (X_{1i} , X_{2i} , X_{3i} , X_{4i}).

Многомерная классификация регионов Республики Беларусь по показателям, описывающим рынок труда

Многомерная классификация в региональном районировании имеет важное значение для определения множества объектов, схожих между собой по выбранным критериям. Для содержательного описания различий между регионами Республики Беларусь по статистическим показателям, описывающих рынок труда, был применен кластерный анализ, в частности, *метод k-средних*, так как он не требует ограничений по количеству объектов и показателей, их характеризующих. Однако для его использования необходимо знать количество кластеров.

В качестве показателей, описывающих рынок труда, были взяты пять интегральных показателей: рынка труда, населения, инвестиций, развития малого бизнеса, социальной сферы. Количество кластеров было принято равным трем:

- 1 кластер — «Высокий уровень развития рынка труда»;
- 2 кластер — «Средний уровень развития рынка труда»;
- 3 кластер — «Низкий уровень развития рынка труда».

Для регионов каждой области классификация проводилась отдельно для 2016, 2020 и 2023 г.

Остановимся на этапах кластерного анализа на примере регионов Брестской области 2016 г.

При проведении кластерного анализа по Могилевской области результат показал значительное отличие Могилевского района от других регионов, а по Гродненской области — г. Гродно. Эти территории были исключены из анализа на данном этапе, но учитывались в дальнейшем анализе конвергенции в *Кластере 1* «Высокий уровень развития рынка труда» для 2016 г.

В табл. 5 видно, что равномернее всего по уровню развития рынка труда регионы распределены в Витебской области, в Минской — наоборот. В целом в 2016 г. с низким и средним уровнем развития рынка труда было одинаковое число регионов (54 региона в каждом).

Таблица 5

**Состав кластеров по интегральным показателям,
характеризующим рынок труда регионов Республики Беларусь в 2016 г.**

Область	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
Брестская	4	8	7
Витебская	6	8	9
Гомельская	3	10	9
Гродненская	3	6	9
Минская	2	6	16
Могилевская	3	16	4
Всего	21	54	54

Источник: разработка авторов.

Аналогичные расчеты были проведены для регионов Республики Беларусь за 2020 и 2023 гг. Результаты представлены в табл. 6 и 7.

Таблица 6

**Состав кластеров по интегральным показателям,
характеризующих рынок труда регионов Республики Беларусь в 2020 г.**

Область	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
Брестская	3	7	9
Витебская	4	11	8
Гомельская	4	8	10
Гродненская	2	8	8
Минская	8	8	8
Могилевская	2	14	7
Всего	23	56	50

Источник: разработка авторов.

Таблица 7

**Состав кластеров по интегральным показателям,
характеризующих рынок труда регионов Республики Беларусь в 2023 г.**

Область	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
Брестская	3	5	11
Витебская	5	8	10
Гомельская	6	9	7
Гродненская	2	7	9
Минская	5	6	13
Могилевская	8	8	7
Всего	29	43	57

Источник: разработка авторов.

Сравнение 2016 и 2023 гг. показывает усиление дифференциации между регионами: увеличение числа регионов в кластере 1 и кластере 3 при сокращении кластера 2. Это указывает на поляризацию регионов по уровню развития рынка

труда. Брестская и Витебская области демонстрируют тенденцию к ухудшению: рост числа регионов в кластере 3 к 2023 г. (11 и 10 соответственно против 7 и 9 в 2016 г.). Гомельская область сохраняет относительно стабильное распределение, но с небольшим сдвигом в сторону кластера 1 к 2023 г. (6 регионов против 3 в 2016 г.), что может указывать на улучшение ситуации. Гродненская область остается стабильной с минимальными изменениями в структуре кластеров, что может свидетельствовать о сбалансированном развитии рынка труда.

Теория конвергенции предполагает, что регионы с низким уровнем развития в начальный момент времени должны иметь более высокие темпы роста, нежели регионы с более высоким уровнем развития в начальный момент времени. Такая динамика приведет к сближению показателей развития регионов. Источниками конвергенции признаются как правильно выстроенная региональная политика, с одной стороны, так и прогресс отсталых территорий за счет собственных эффективных точек роста (наиболее производительных видов деятельности). В теории конвергенции выделяется понятие *клубной конвергенции*, объясняющее, почему регионы с неодинаковыми начальными условиями, такими как географическое положение, не всегда сближаются в уровне развития. В отличие от абсолютной конвергенции, предполагающей однородность экономических агентов и единую равновесную точку, клубная конвергенция учитывает гетерогенность агентов, что может приводить к нескольким равновесным состояниям в неоклассической модели роста (Quah, 1997).

Анализ переходов проводится через матрицу переходных вероятностей, элементы которой показывают вероятность перехода региона из одного состояния (n) в другое (m). Д. Куа классифицировал страны на «развитые», «средние» и «бедные», установив, что богатые страны с большей вероятностью увеличивают свое благосостояние, чем бедные, что указывает на возможность формирования *конвергенционных клубов* (Quah, 1997).

Для интерпретации матрицы переходов применяются следующие критерии:

- 1) высокие диагональные вероятности указывают на существование конвергенционных клубов;
- 2) парадокс Гальтона (гипотеза бимодальности) предполагает, что вероятность перехода из среднего клуба в крайние выше, чем из крайних в средние;
- 3) количественный показатель $Q(M)$, вычисляемый как сумма базисных миноров, деленная на размерность матрицы, оценивает наличие клубной конвергенции. Для единичной матрицы $Q(M) = 1$, для равновероятных переходов (без клубов) $Q(M) = 0,0625$. Чем выше $Q(M)$, тем стабильнее клубы;
- 4) устойчивость клубов подтверждается, если вероятность перехода в другой клуб не превышает 5%.

Для анализа клубной конвергенции регионов Республики Беларусь на основе данных интегральных показателей, характеризующих рынок труда был применен метод Д. Куа (Quah, 1997). Проведение кластерного анализа позволило разделить регионы на три группы: с низким, средним и высоким уровнем развития рынка труда. Динамика переходов между группами за 2016, 2020 и 2023 гг. представлена в матрице переходов (табл. 8).

Данная матрица отображает, сколько раз и в какие кластеры переходили регионы в течение обозначенного отрезка времени. На диагонали матрицы показано количество переходов во времени в свою же группу, другими словами, число неизменных положений. Так, цифра 9 во второй графе и первой строке показывает, сколько раз регионы с высоким уровнем развития рынка труда перемещались в группу со средним уровнем и т. д.

Таблица 8

Матрица переходов регионов Республики Беларусь за 2016, 2020 и 2023 гг.

Группы по уровню развития рынка труда		Конечные состояния			Число исходных состояний в кластере
		высокий	средний	низкий	
Исходные состояния	Высокий	29	9	6	44
	Средний	17	61	32	110
	Низкий	6	29	69	104
Количество конечных состояний в группе		52	99	107	258

Источник: разработка авторов.

Чтобы построить матрицу переходных вероятностей, нужно каждый из переходов разделить на начальное число состояний в кластере. Для этого создается матрица размерностью i на j , в которой отображается вероятность перемещения регионов из группы i в j (табл. 9).

Таблица 9

Матрица переходных вероятностей по регионам Республики Беларусь от 2016 г. к 2020 г.

	Высокий	Средний	Низкий
Высокий	0,659	0,205	0,136
Средний	0,155	0,555	0,291
Низкий	0,058	0,279	0,663

Источник: разработка авторов.

Исходя из представленной матрицы переходных вероятностей можно сделать следующие выводы:

- сохраняется тенденция к стабильности кластеров, особенно это выражено в высоком и низком кластерах: вероятность остаться в высоком — 65,9%, в низком — 66,3%. Однако, по сравнению с предыдущим периодом (например, 2010-е гг.), устойчивость уменьшилась, особенно у среднего кластера, где вероятность остаться составляет лишь 55,5%;
- отмечаются существенные потоки переходов между кластерами, особенно из среднего в низкий (29,1%) и из высокого в низкий (13,6%), что указывает на определенную нестабильность и возможные негативные экономические тенденции в ряде регионов;
- предпосылка клубной конвергенции частично подтверждается — формируются устойчивые региональные образования по уровню развития рынка труда, однако вероятность перемещений между кластерами (особенно из среднего в низкий) остается значительной, что ослабляет эффект консолидации;
- предпосылка бимодальности скорее не подтверждается: переход из среднего в низкий кластер (29,1%) существенно выше, чем в высокий (15,5%), а вероятность перехода из низкого кластера в средний (27,9%) также превышает обратный путь. Это говорит о более размытом, а не двухполюсном распределении регионов;
- определитель матрицы, используемый как количественный критерий, $Q(M)$, составляет 0,17, что свидетельствует о сравнительно слабой форсированности клубов и высокой степени межкластерной подвижности;

- наличие нестабильности подтверждается: вероятности перехода между кластерами превышают 10% по нескольким направлениям, в частности: высокий → средний (20,5%), высокий → низкий (13,6%), средний → низкий (29,1%), низкий → средний (27,9%).

Негативными аспектами анализа табл. 9 являются:

- высокая вероятность деградации регионов из среднего в низкий кластер (29,1%);
- относительно низкая вероятность продвижения из среднего в высокий (15,5%);
- сохраняющаяся высокая устойчивость кластера с низким уровнем развития рынка труда (66,3%), что указывает на наличие группы регионов, стабильно отстающих по уровню развития.

Полученные результаты свидетельствуют, что в Республике Беларусь с умеренной вероятностью сформировался кластер регионов, стабильно отстающих по уровню развития рынка труда. Постоянными членами данного кластера являются 25 регионов, из них большая часть приходится на Гродненскую область (7 регионов) и Минскую область (7 регионов).

Исследование наличия клубной конвергенции можно проводить не только по областям Республики Беларусь, но и изучать в целом на более мелких (районных) территориях.

Проанализировав результаты выявления клубной конвергенции за 2016, 2020 и 2023 гг. по всем областям Республики Беларусь, сравним полученные результаты на диаграмме (рисунок).

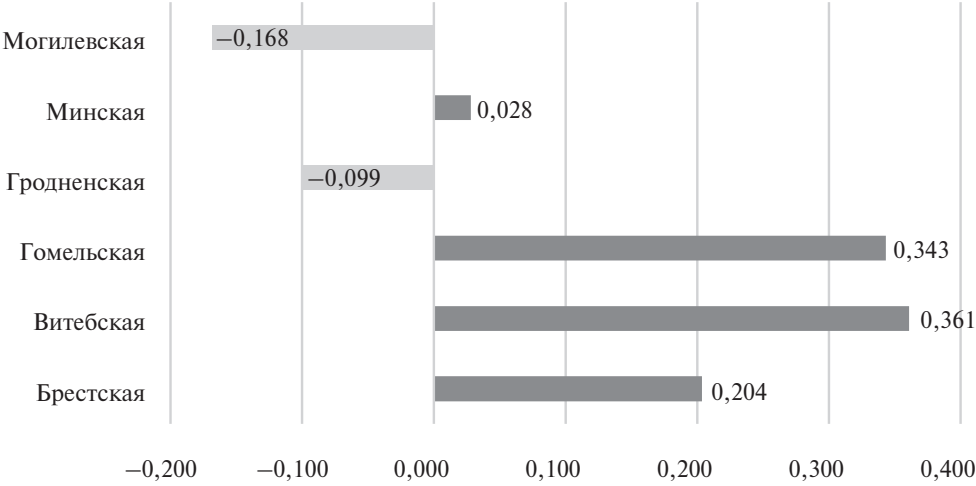


Рисунок. Клубная конвергенция регионов по областям Республики Беларусь

Источник: разработка авторов.

Значения выше 0 свидетельствуют о форсированности и относительной устойчивости кластерной структуры, а отрицательные значения (в Гродненской и Могилевской областях) — об отсутствии четкой клубной конвергенции и высокой турбулентности между кластерами. В Витебской области клубная конвергенция регионов наиболее выражена и равна 0,361.

Анализ матрицы переходных вероятностей скорее подтверждает наличие клубной конвергенции среди регионов Республики Беларусь по уровню развития рынка труда за 2016, 2020 и 2023 гг. Умеренно высокие диагональные вероятности и определители матриц вероятностных переходов свидетельствуют о стабильности

конвергенционных клубов в некоторых областях. В результате проведенного анализа можно сформировать предложения для руководящих органов в рамках региональной политики (табл. 10).

Таблица 10

Меры региональной политики для конвергенционных кластеров

Название	Особенности	Меры региональной политики
Лидеры	Регионы со стабильно высоким уровнем развития рынка труда	Поддержание устойчивого экономического роста без изменений в структуре бюджетных расходов
Преследователи	Регионы, переходящие между высоким и средним кластерами	Обеспечение стабильного роста, стимулирование создания инновационных рабочих мест
Отстающие	Регионы со стабильно средним уровнем развития рынка труда	Стимулирование роста социально-экономических показателей, частичная реструктуризация бюджета
Критические	Регионы, переходящие в низкий кластер или с низким уровнем развития рынка труда	Выявление конкурентных преимуществ, повышение квалификации рабочей силы для роста занятости

Источник: разработка авторов.

Таким образом, изучение конвергенции способствует анализу вариации ключевых показателей и позволяет оценить социальную напряженность в регионах на основе их принадлежности к определенным клубам и вероятности изменения их состояния. Бимодальное распределение показателей, обусловленное концентрацией производственных мощностей в ведущих регионах, не является негативным фактором, поскольку такие регионы, обладая высоким производственным потенциалом, передовыми технологиями и повышенной производительностью труда, выступают двигателями экономики.

Для построения авторегрессионной модели с результативным фактором «интегральный индикатор рынка труда» блочные региональные индикаторы взвешивались с учетом территориального расположения региона. Для этого матрица весовых коэффициентов умножалась на советующий блочный индикатор: $X^* = W \cdot X$. Эти действия можно сделать в программе Excel посредством ввода в строку функций «=МУМНОЖ(массив1;массив2)», где массив1 — матрица весовых коэффициентов, массив2 — вектор-столбец одного из блочных интегральных индикаторов. Умножая матрицу $(n \times n)$ на матрицу $(n \times m)$, получаем матрицу $(n \times m)$, где n — число районов в области, $m = 1$ в данном случае, так как мы имеем дело с вектор-столбцом определенного блочного индикатора.

Затем из значений взвешенных интегральных блочных индикаторов были сформированы панели данных за 2016, 2020 и 2023 гг. по регионам Республики Беларусь и построены смешанные модели пространственной авторегрессии следующего вида:

$$Y_i = \alpha + \beta_1 \cdot X_{1i}^* + \beta_2 \cdot X_{2i}^* + \beta_3 \cdot X_{3i}^* + \beta_4 \cdot X_{4i}^* + \varepsilon, \quad (11)$$

где Y_i — интегральный индикатор рынка труда i -го региона; X_{1i}^* — блочный интегральный индикатор населения i -го региона с учетом территориальной расположенности; X_{2i}^* — блочный интегральный индикатор инвестиций i -го региона с учетом территориальной расположенности региона; X_{3i}^* — блочный интегральный индикатор малого бизнеса i -го региона с учетом территориальной расположенности региона; X_{4i}^* — блочный интегральный индикатор социальной сферы i -го

региона с учетом территориальной расположенности региона; α — индивидуальный эффект регионов; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ и β_4 — коэффициенты модели.

Аналогичные расчеты в пакете STATISTICA за 2016, 2020 и 2023 гг. были проведены по всем регионам Республики Беларусь. Для удобства сравнения полученных результатов построены сводные табл. 11—13.

Таблица 11

Оценки смешанных моделей пространственной авторегрессии по областям Республики Беларусь за 2016 г.

Регрессоры	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
α	−0,12161	1,12118	0,41448	−0,33091	−0,26768	−0,63799
X_{1i}^*	−0,44104	0,25773	−0,13865	−0,76290	0,34533	−0,26164
X_{2i}^*	0,42024	−0,21873	−0,01817	0,08052	0,15028	0,48717
X_{3i}^*	−0,45641	−0,65930	0,13976	0,32139	−0,16514	−0,34575
X_{4i}^*	−0,03246	−0,07030	−0,11014	0,23440	0,03385	0,02918
R^2	0,52905	0,51560	0,09380	0,46302	0,25885	0,54077
Значимость модели по F -критерию	значима	значима	не значима	не значима	не значима	значима

Примечание: цветом отмечены ячейки со статистически значимыми параметрами модели при $\alpha = 0,05$.
Источник: разработка авторов.

Значимыми оказались модели для Брестской, Витебской и Могилевской областей. Качество населения X_1^* в большинстве случаев оказывает отрицательное влияние, особенно в Гродненской области (−0,76), что может указывать на структурные проблемы в человеческом капитале. Инвестиции X_2^* положительно влияют только в Брестской, Минской и Могилевской областях, в других регионах эффект слабый или отрицательный. Развитие малого бизнеса X_3^* чаще оказывает отрицательное влияние, кроме Гомельской и Гродненской областей. Социальная сфера X_4^* оказывает слабое влияние — от почти нейтрального до слабонегативного, исключая Гродненскую область.

Рассмотрим оценки смешанных моделей по областям Республики Беларусь за 2020 г. в табл. 12.

Таблица 12

Оценки смешанных моделей пространственной авторегрессии по областям Республики Беларусь за 2020 г.

Регрессоры	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
α	0,05030	0,44921	0,75971	−0,78684	−0,27591	0,37786
X_{1i}^*	−0,07024	−0,17005	−0,02088	0,08208	0,16691	0,16509
X_{2i}^*	−0,43005	−0,15503	−0,02966	−0,06971	−0,05341	0,52755
X_{3i}^*	0,11197	−0,19598	−0,20465	0,14186	−0,16249	−0,05860
X_{4i}^*	−0,76100	−0,19167	−0,07149	−0,33077	0,08300	−0,43834
R^2	0,70245	0,49769	0,13098	0,28282	0,29018	0,72564
Значимость модели по F -критерию	значима	значима	не значима	не значима	не значима	значима

Примечание: цветом отмечены ячейки со статистически значимыми параметрами модели при $\alpha = 0,05$.
Источник: разработка авторов.

Значимыми являются модели для Брестской, Витебской и Могилевской областей (как и в 2016 г.). Качество населения X_1^* стабильно оказывает незначительное влияние, но заметно улучшилось: в Минской и Могилевской областях влияние становится положительным. Инвестиции X_2^* показывают более негативную динамику — почти повсеместно отрицательные, за исключением Могилевской области (0,53), где они становятся ключевым положительным фактором. Развитие малого бизнеса X_3^* — чаще негативный фактор. Социальная сфера X_4^* во всех регионах, кроме Минской, оказывает отрицательное влияние, причем наиболее сильно в Брестской (−0,76) и Могилевской (−0,44).

Рассмотрим оценки смешанных моделей по областям Республики Беларусь за 2020 г. в табл. 13.

Таблица 13

**Оценки смешанных моделей пространственной авторегрессии
по областям Республики Беларусь за 2023 г.**

Регрессоры	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
α	0,36806	−0,05648	1,24476	−0,34835	−0,20431	0,34939
X_{1i}^*	−0,33368	−0,44258	−0,00670	−0,15884	0,11852	−0,34512
X_{2i}^*	0,14286	0,02641	−0,28140	0,23267	−0,12193	0,51877
X_{3i}^*	0,06034	−0,31553	−0,10350	0,41568	−0,09143	−0,12674
X_{4i}^*	−0,28394	0,18697	−0,04027	−0,36204	−0,32389	−0,30367
R^2	0,56839	0,45050	0,32484	0,54785	0,43417	0,81732
Значимость модели по F -критерию	значима	значима	не значима	значима	значима	значима

Примечание: цветом отмечены ячейки со статистически значимыми параметрами модели при $\alpha = 0,05$.

Источник: разработка авторов.

Значимыми стали уже пять из шести моделей — все, кроме Гомельской. Качество населения X_1^* остается в целом слабым фактором: только в Минской области он оказывает положительное влияние. Инвестиции X_2^* вновь приобретают положительное влияние в Брестской, Гродненской и Могилевской областях. Развитие малого бизнеса X_3^* начинает играть позитивную роль в Брестской и Гродненской областях. Социальная сфера X_4^* остается негативным фактором во всех регионах, кроме Витебской (0,19), где наблюдается положительное влияние.

Проведем сравнительный анализ результатов по годам.

- 1) В 2016 и 2020 гг. значимыми были только 3 региона. В 2023 г. значимыми стали 5 из 6 моделей, что говорит об улучшении качества подбора факторов и, возможно, стабилизации региональных трендов.
- 2) Интегральный индикатор инвестиций X_2^* в 2016 г. действовал избирательно, в 2020 г. — в основном негативно, а в 2023 вновь начал играть стабильно положительную роль в развитии ряда регионов (особенно Могилевской и Брестской областей).
- 3) Качество населения X_1^* в 2016–2023 гг. оказывало переменное влияние, но в большинстве случаев отрицательное или нейтральное, что может говорить о несоответствии структуры населения экономическим требованиям.
- 4) Развитие малого бизнеса X_3^* в 2016 и 2020 гг. в основном оказывало негативное влияние, однако в 2023 г. наблюдается разворот тренда — положительное влияние в Брестской и Гродненской областях.

5) Социальная сфера X_4^* является последовательно слабым или негативным фактор. В 2020 г. особенно отрицательно повлияла в Брестской, Гродненской и Могилевской. В 2023 г. сохраняется негативность везде, кроме Витебской области.

Таким образом, наблюдается усиление роли инвестиций и малого бизнеса в последние годы как факторов, поддерживающих региональное развитие. Несмотря на формальное улучшение значимости моделей, социальная сфера и качество населения остаются факторами с противоречивым влиянием, требующими дополнительной корректировки региональной политики. Могилевская область выделяется стабильно значимой моделью и устойчивым позитивным влиянием инвестиций. Минская и Витебская области демонстрируют наибольшую положительную динамику по включенным факторам в 2023 г.

Далее сравним влияние интегральных индикаторов для областей со статистически значимыми полученными моделями, посредством разложения коэффициента детерминации по факторам, в 2016 и 2020 гг. (табл. 14).

Таблица 14

Доля вариации за счет отдельных блочных индикаторов в общем объеме вариации интегрального индикатора рынка труда за 2016 г. и 2020 г., %

Год	2016			2020		
Фактор	Брестская	Витебская	Могилевская	Брестская	Витебская	Могилевская
X_{1i}^*	13,96	—12,12	19,67	1,84	11,39	5,36
X_{2i}^*	30,03	9,29	30,62	—33,86	6,97	28,90
X_{3i}^*	8,62	49,73	6,07	3,62	15,29	1,76
X_{4i}^*	0,29	4,67	—2,29	98,64	16,13	36,54
Общий объем вариации	52,91	51,56	54,08	70,24	49,77	72,56

Источник: разработка авторов.

Во всех трех регионах наблюдается рост общего объема объясненной вариации, особенно значительный в Брестской и Могилевской областях, что говорит о повышении качества моделей к 2020 г.

Если в 2016 г. социальная сфера играла минимальную роль (в Брестской — 0,29%, в Могилевской — даже отрицательный вклад), то в 2020 г. ее вклад стал ведущим в Брестской (98,64%) и Могилевской (36,54%) областях, что может отражать влияние социальных программ или кризисных явлений, усиливших значение социальной поддержки.

Произошло падение значения качества населения: его вклад существенно сократился во всех трех регионах, особенно в Брестской области (с 13,96% до 1,84%), что может свидетельствовать о стабилизации демографических показателей или снижении их роли в экономической дифференциации регионов.

Инвестиции остаются важным фактором, особенно в Могилевской области, где они стабильно объясняют около 30% вариации.

Малый бизнес X_3^* доминировал в Витебской области в 2016 г., но его значимость к 2020 г. снизилась (с 49,73% до 15,29%), что может свидетельствовать о насыщении или замедлении развития данного сектора.

Теперь сравним влияние интегральных индикаторов для областей со статистически значимыми полученными моделями в 2023 г., посредством разложения коэффициента детерминации по факторам (табл. 15).

Таблица 15

Доля вариации за счет отдельных блочных индикаторов в общем объеме вариации интегрального индикатора рынка труда за 2023 г., %

Фактор	Брестская	Витебская	Гродненская	Минская	Могилевская
X_{1i}^*	26,86	29,74	11,96	9,45	32,68
X_{2i}^*	10,02	—0,54	—2,10	—0,25	32,07
X_{3i}^*	2,00	28,74	23,99	—8,26	5,40
X_{4i}^*	17,95	—12,90	20,93	42,49	11,59
Общий объем вариации	56,84	45,05	54,79	43,42	81,73

Источник: разработка авторов.

В 2023 г. наблюдается расширение числа статистически значимых моделей, что говорит о повышении устойчивости и достоверности регрессионных связей на региональном уровне.

Могилевская область демонстрирует самую высокую объясненную вариацию (81,73%), где наибольшее влияние оказывают качество населения (32,68%) и инвестиции (32,07%). Это подтверждает системную зависимость региона от человеческого капитала и финансовых вложений.

Брестская и Гродненская области показывают сбалансированную структуру влияния факторов, с умеренными вкладом качества населения, малого бизнеса и социальной сферы. Это говорит о комплексной модели развития.

Витебская область выделяется значительным вкладом качества населения (29,74%) и малого бизнеса (28,74%), однако имеет отрицательное влияние со стороны социальной сферы (—12,90%), что может указывать на институциональные перекося.

Минская область демонстрирует ведущую роль социальной сферы (42,49%) при общем умеренном уровне объясненной вариации (43,42%), что подчеркивает ее зависимость от социальной инфраструктуры.

Таким образом, фактор качества населения X_1^* стабильно усиливает свое влияние, особенно к 2023 г. (наиболее значимый фактор в Могилевской, Витебской и Брестской областях). Инвестиции X_2^* имели сильный вклад в 2016 и 2020 гг., но в 2023 г. в ряде регионов продемонстрировали нейтральное или даже отрицательное влияние (например, в Витебской, Минской и Гродненской). Малый бизнес X_3^* колеблется по значимости — лидер в 2016 г. в Витебской области, но в других регионах его вклад неустойчив. Социальная сфера X_4^* стала ведущим фактором в 2020 г. (особенно в Брестской и Минской), но в 2023 г. ее влияние стало менее выраженным и даже отрицательным в Витебской.

Можно сделать вывод, что модели эволюционируют от нестабильных к более обоснованным, с большей объясненной вариацией. Наблюдается сдвиг от роли инвестиций и социальной сферы к ключевому влиянию человеческого капитала. Для устойчивого развития регионов необходим комплексный подход, учитывающий локальные особенности: в одних регионах приоритетом развития рынка труда являются инвестиции, в других — качество населения или социальная поддержка.

Заключение

Анализ особенностей регионального рынка труда Республики Беларусь позволяет сделать следующие выводы:

- 1) сформированный интегральный показатель, характеризующий состояние региональных рынков труда Республики Беларусь, на основе метода главных компонент, позволил получить обобщенную оценку ситуации на рынке труда с учетом различных социально-экономических параметров;
- 2) оценка клубной конвергенции показала формирование устойчивых кластеров регионов, в которых сохраняется принадлежность к определенному уровню развития рынка труда; однако зафиксированы и случаи перехода между группами, что указывает на внутреннюю динамичность процессов;
- 3) использование смешанной модели пространственной авторегрессии дает более точные результаты, поскольку учитывает в себе расположение районов (преимущество пространственной регрессионной модели перед «обычной» регрессией заключается в том, что включение пространственного фактора позволяет учитывать особенности исследуемых объектов, обусловленные их географическим расположением, а также территориальной близостью по отношению друг к другу);
- 4) инвестиции в регионы могут улучшать состояние регионального рынка труда, посредством создания новых рабочих мест, а слабое развитие социальной сферы и неблагоприятные демографические процессы в регионах ухудшают его интегральную оценку.

Проблемой анализа является незначительная дифференциация по рассчитанным интегральным индикаторам и небольшое число наблюдений (территорий) в анализе, что привело к статистической незначимости параметров некоторых моделей.

Исследование блочных показателей рынка труда в регионах Республики Беларусь позволило разработать агрегированный интегральный показатель, объединяющий информацию всех исследуемых переменных. Результаты факторного анализа показали, что наибольшее влияние на рынок труда оказывают переменные, связанные с заработной платой и численностью работников, а также фактор «трудоустройство граждан».

«Улучшение» качества населения должно стать приоритетным направлением региональной политики, так как именно этот фактор продемонстрировал наибольшее устойчивое влияние на развитие рынка труда. Мероприятия по стимулированию инвестиционной активности, особенно в регионах с недостаточным притоком инвестиций, могут способствовать выравниванию межрегиональных различий и укреплению кластеров среднего и высокого уровня.

Источники

Валимухаметова Э. Р. Пространственные эконометрические модели на панельных данных // Теория и практика современной науки. 2015. № 3(3). С. 31–34.

Демидова О. А. Пространственно-авторегрессионная модель для двух групп взаимосвязанных регионов (на примере Восточной и Западной части России) // Прикладная эконометрика. 2014. Т. 34. № 2. С. 19–35.

Зарова Е. В., Залманов И. А. Методы моделирования и анализа занятости населения в городах с учетом пространственного фактора // Вопросы статистики. 2024. Т. 31. № 4. С. 5–20.

Кузнецова Е. В., Шевченко А. Д. Механизм и функции регионального рынка труда // Форум молодых ученых. 2019. № 12(40). С. 426–430.

Сошникова Л. А., Кишкович А. В. Оценка регионального рынка труда с учетом территориального эффекта (на примере Республики Беларусь) // Вопросы статистики. 2022. Т. 29. № 2. С. 23–32.

Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2017: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь (Белстат). Минск: Белстат, 2017.

Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2024: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь (Белстат). Минск: Белстат, 2024.

Труд и занятость в Республике Беларусь, 2023: статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь (Белстат). Минск: Белстат, 2023.

Quah D. Empirics for Growth and Distribution: Stratification, Polarization, and Convergence Clubs // *Journal of Economic Growth*. 1997. Vol. 2. P. 27–59.

References

Demidova O. A. Prostranstvenno-Avtoregressionnaya Model' dlya Dvukh Grupp Vzaimosvyazannykh Regionov (na Primere Vostochnoi i Zapadnoi Chasti Rossii) [Spatial Autoregressive Model for Two Groups of Interconnected Regions (The Case of Eastern and Western Russia)]. *Prikladnaya Ekonometrika [Applied Econometrics]*, 2014, vol. 34, iss. 2, pp. 19–35. (In Russian)

Kuznetsova E. V., Shevchenko A. D. Mekhanizm i Funktsii Regional'nogo Rynka Truda [Mechanism and Functions of the Regional Labor Market]. *Forum Molodykh Uchenykh [Forum of Young Scientists]*, 2019, vol. 12(40), pp. 426–430. (In Russian)

Quah D. Empirics for Growth and Distribution: Stratification, Polarization, and Convergence Clubs. *Journal of Economic Growth*, 1997, vol. 2, pp. 27–59.

Soshnikova L. A., Kishkovich A. V. Otsenka Regional'nogo Rynka Truda s Uchetom Territorial'nogo Effekta (na Primere Respubliki Belarus') [Assessment of the Regional Labor Market with Consideration of the Territorial Effect (The Case of the Republic of Belarus)]. *Voprosy Statistiki [Issues of Statistics]*, 2022, vol. 29, iss. 2, pp. 23–32. (In Russian)

Statisticheskii Ezhegodnik Respubliki Belarus', 2017: Statisticheskii Sbornik [Statistical Yearbook of the Republic of Belarus, 2017: Statistical Collection]. Natsional'nyi Statisticheskii Komitet Respubliki Belarus' (Belstat), Minsk, 2017. (In Russian)

Statisticheskii Ezhegodnik Respubliki Belarus', 2024: Statisticheskii Sbornik [Statistical Yearbook of the Republic of Belarus, 2024: Statistical Collection]. Natsional'nyi Statisticheskii Komitet Respubliki Belarus' (Belstat), Minsk, 2024. (In Russian)

Trud i Zanyatost' v Respublike Belarus', 2023: Statisticheskii Buklet [Labor and Employment in the Republic of Belarus, 2023: Statistical Booklet]. Natsional'nyi Statisticheskii Komitet Respubliki Belarus' (Belstat), Minsk, 2023. (In Russian)

Valimukhametova E. R. Prostranstvennye Ekonometricheskie Modeli na Panel'nykh Dannyykh [Spatial Econometric Models on Panel Data]. *Teoriya i Praktika Sovremennoi Nauki [Theory and Practice of Modern Science]*, 2015, vol. 3(3), pp. 31–34. (In Russian)

Zarova E. V., Zalmanov I. A. Metody Modelirovaniya i Analiza Zanyatosti Naseleniya v Gorodakh s Uchetom Prostranstvennogo Faktora [Methods for Modeling and Analyzing Employment in Cities with Consideration of the Spatial Factor]. *Voprosy Statistiki [Issues of Statistics]*, 2024, vol. 31, iss. 4, pp. 5–20. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 15 февраля 2026 г.

Статья рекомендована в печать 10 августа 2026 г.

А. И. Залилов

аспирант кафедры статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного экономического университета

МНОГОМЕРНОЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕРАВЕНСТВО В РОССИИ: МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ И ВНУТРИРЕГИОНАЛЬНАЯ КОМПОНЕНТЫ

Введение

Проблема социально-экономического неравенства остается одной из центральных тем современной экономической науки и общественной дискуссии. Классические исследования по измерению неравенства показали, что выбор его конкретного индикатора неизбежно связан с нормативными установками общества и отражает его представления о социальной справедливости. В частности, Аткинсон (Atkinson, 1970) продемонстрировал, что измерение неравенства невозможно без явных или неявных этических допущений относительно перераспределения. Позднее анализ был расширен за пределы одномерного распределения доходов: Колм (Kolm, 1977), а также Аткинсон и Бургиньон (Atkinson, Bourguignon, 1982) заложили основы многомерного подхода к оценке социального расслоения.

В рамках подхода возможностей Амартия Сен (Sen, 1997; 1999) обосновал необходимость учета не только дохода, но и таких факторов, как образование и здоровье, которые определяют реальные жизненные шансы индивида. Рост интереса к проблеме неравенства в последние десятилетия был дополнительно стимулирован эмпирическими исследованиями динамики доходов и богатства, проведенными Тома Пикетти (Piketty, 2014). В докладе комиссии Стиглица—Сена—Фитусси (Stiglitz, Sen, Fitoussi, 2009) подчеркивалось, что для корректной оценки социального развития необходимо выходить за пределы чисто доходных индикаторов и учитывать распределение человеческого капитала и качества жизни.

Современные исследования все чаще рассматривают неравенство как многомерное явление. Существенное значение имеет не только степень расслоения в каждой сфере по отдельности, но и структура их совместного распределения. Если низкие значения по доходу, образованию и здоровью концентрируются у одних и тех же групп населения, совокупное социальное неравенство усиливается. В противоположном случае возможны частичные компенсационные эффекты. Игнорирование этой взаимосвязи может приводить к искаженной оценке реального масштаба социального расслоения.

Для России проблема неравенства имеет выраженное территориальное измерение. Различия между федеральными округами по уровню доходов, структуре занятости, доступу к образованию и качеству медицинских услуг формируют устойчивую пространственную дифференциацию. В частности, зафиксированы значительные региональные различия в самооценке здоровья населения, которые не полностью объясняются индивидуальными социально-экономическими характеристиками и указывают на важную роль пространственного контекста в формировании социального неравенства (Lyytikäinen et al., 2016). Комплексные индексы инклюзивного развития, учитывающие экономические и социальные аспекты благосостояния,

также демонстрируют существенные межрегиональные различия по широкому спектру показателей качества жизни в России (Rytova et al., 2021). Аналитический отчет Всемирного банка подчеркивает, что пространственные диспропорции между регионами РФ весьма значительны и включают различия не только по доходам, но и по доступу к инфраструктуре, услугам и возможностям развития (World Bank, 2018). Кроме того, исследования регионального измерения неравенства возможностей показывают значительную вариацию в доступе к высшему образованию и в уровне занятости между субъектами Федерации, что дополнительно подтверждает выраженную территориальную компоненту социального неравенства (Ibragimova, Frants, 2021).

В работах В. М. Бобкова внимание уделяется не только распределению доходов, но и более широкому кругу характеристик качества. Анализируя региональную дифференциацию, автор показывает, что существенные различия между территориями проявляются по комплексу социальных индикаторов, связанных с потреблением, условиями жизни и доступом к базовым благам, а потому не сводятся к различиям в доходах как таковых (Бобков, 2009). Сходную логику развивают исследования Н. Е. Тихоновой, в которых социальное неравенство рассматривается через призму социальной структуры и неравенства возможностей. В этой работе подчеркивается, что положение индивида в обществе определяется не только доходом, но и доступом к образованию, устойчивой занятости, социальным ресурсам, возможностям мобильности и включенности в общественные институты (Тихонова и др., 2022). В совместных работах Н. Е. Тихоновой и С. В. Мареевой также подчеркивается, что в общественном сознании россиян наиболее остро воспринимаются не только доходные, но и недоходные формы неравенства, включая различия в доступе к медицинской помощи, качеству условий жизни и социальным возможностям (Мареева, Тихонова, 2016). В совокупности эти исследования подтверждают, что для анализа современного российского общества необходим учет не только денежного, но и более широкого социального измерения неравенства.

Наконец, применительно к пространственному аспекту неравенства особый интерес представляют работы О. М. Шаталовой и Е. В. Касаткиной, в которых межрегиональная дифференциация анализируется с использованием индекса Тейла и его структурной декомпозиции (Шаталова, Касаткина, 2022). Авторы анализируют межрегиональную дифференциацию в длительной временной перспективе и используют индекс Тейла как базовый инструмент измерения неравенства, что позволяет оценить степень пространственной концентрации экономической активности и проследить динамику территориальных диспропорций. В этой статье показано, что региональное неравенство рассматривается не по одному частному показателю, а по комплексу социально-экономических характеристик, что приближает исследование к многомерному пониманию неравенства. Вместе с тем объектом анализа у авторов также выступают агрегированные региональные показатели. Стоит, однако, заметить, что вышеперечисленные работы не рассматривают неравенство на уровне домохозяйств и индивидов, а оперируют агрегированными данными по регионам, в настоящей же работе проводится анализ микроданных.

Все вышесказанное обуславливает необходимость дополнить исследование территориального неравенства в России анализом на основе микроданных. Такому анализу и посвящена данная статья, целью которой является получение ответов на следующие вопросы:

- как изменился уровень многомерного социально-экономического неравенства в 2016–2023 гг.;
- какова доля межокружного компонента в совокупном неравенстве;
- усилилась ли пространственная поляризация неравенства;

— для каких федеральных округов характерен наибольший уровень внутри-окружного неравенства.

Для ответа на эти вопросы применяется двухступенчатая методология измерения многомерного неравенства, предложенная Фостером и Локшиным (Foster, Lokshin, 2024), сочетающая аксиоматическую строгость с прозрачностью интерпретации. На первом этапе строится агрегированный индекс социально-экономического положения, объединяющий доходные и недоходные характеристики индивидов. На втором этапе к распределению агрегированного показателя применяется индекс Тейла, обладающий свойством аддитивной декомпозиции.

Данные

Эмпирической базой исследования выступают микроданные Life in Transition Survey (LITS) 2016 и 2023 гг. совместного проекта Европейского банка реконструкции и развития и Всемирного банка (European Bank for Reconstruction and Development; World Bank, 2016; 2023). В анализ включены наблюдения по России: после очистки данных и исключения пропусков по ключевым переменным объем выборки составил 1144 респондента в 2016 г. и 924 респондента в 2023 г.

В работе используются три измерения индивидуального социально-экономического положения: подушевой доход домохозяйства, число лет обучения и самооценка состояния здоровья. Показатель здоровья берется из анкеты LITS и интерпретируется как упорядоченная шкала, нормированная по принципу «больше = лучше»; тем самым в агрегированном индексе все три компоненты ориентированы в одну сторону.

Территориальной единицей сравнения выступают федеральные округа. Для обеспечения сопоставимости межвременных оценок анализ проводится по семи округам: в данных 2016 г. Северо-Кавказский федеральный округ объединен с Южным, и для сохранения единой структуры группировки такое же объединение используется для данных 2023 г. Это позволяет корректно сравнивать совокупный индекс Тейла и его внутри- и межокружные компоненты между двумя волнами исследования.

Структура используемого массива и операционализация переменных, включенных в последующий расчет агрегированного индекса и декомпозиции индекса Тейла, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Переменные, используемые в эмпирическом анализе

Переменная	Назначение в статье
Наименование федерального округа, к которому отнесен респондент	Служит группировочным признаком при декомпозиции индекса Тейла на внутриокружной и межокружной компоненты; для сопоставимости 2016 и 2023 гг. Северо-Кавказский округ объединяется с Южным
Среднемесячный подушевой доход домохозяйства	Доходное измерение агрегированного индекса социально-экономического положения
Количество лет формального обучения респондента	Образовательное измерение агрегированного индекса
Нормированная шкала самооценки здоровья, где большие значения соответствуют лучшему состоянию здоровья	Измерение неравенства по состоянию здоровья

Методология

Методологической основой исследования выступает подход Фостера и Локшина (Foster, Lokshin, 2024), ориентированный на аксиоматически согласованное измерение многомерного неравенства. Его логика состоит в последовательном переходе от набора частных социально-экономических характеристик индивида к агрегированному показателю благосостояния и далее к оценке неравенства его распределения.

Двухступенчатая конструкция индекса

Пусть x_{ij} — достижение индивида i в измерении j , где $j = 1, \dots, d$. В работе рассматриваются три измерения: доход, образование и здоровье.

На **первом этапе** строится агрегированный показатель социально-экономического положения:

$$s_i = \sum_{j=1}^d c_j x_{ij},$$

где $c_j > 0$ — коэффициенты агрегации.

Согласно Фостеру и Локшину (Foster, Lokshin, 2024), линейная форма агрегации обеспечивает выполнение ключевых аксиоматических требований к мерам многомерного неравенства. В обобщенном виде эти требования можно представить следующим образом.

- *Анонимность*. Значение меры неравенства не должно зависеть от перестановки индивидов в выборке; существенна только структура распределения достижений, а не личности их носителей (Dasgupta, Sen, Starrett, 1973).
- *Инвариантность к репликации*. Простое дублирование совокупности наблюдений не должно изменять уровень измеряемого неравенства, поскольку относительная форма распределения остается прежней (Dasgupta, Sen, Starrett, 1973).
- *Инвариантность к масштабу*. Если все значения некоторого измерения пропорционально умножаются на одну и ту же положительную константу, относительное неравенство не должно меняться (Atkinson, 1970).
- *Принцип трансфера Пигу—Далтона*. Малый трансфер ресурса от более обеспеченного индивида к менее обеспеченному, не изменяющий их рангов, должен уменьшать неравенство (Pigou, 1912; Dalton, 1920; Atkinson, 1970).
- *Согласованность с критерием Лоренца*. Если кривая Лоренца одного распределения на всем протяжении лежит выше кривой Лоренца другого распределения, то первое распределение характеризуется меньшим уровнем неравенства (Lorenz, 1905; Atkinson, 1970; Dasgupta, Sen, Starrett, 1973).
- *Декомпозируемость*. Мера должна допускать содержательное разложение совокупного неравенства на отдельные компоненты, что особенно важно для прикладного анализа территориальных и структурных различий (Shorrocks, 1980).

В многомерном случае соблюдение этих требований принципиально связано именно с линейной формой агрегирования. Поэтому индивидуальный композитный показатель в настоящей работе задается как взвешенная сумма достижений по отдельным измерениям.

Коэффициенты агрегации выбираются следующим образом:

$$c_j = \frac{v_j}{\mu_j},$$

где v_j — нормативный вес измерения; μ_j — среднее значение соответствующей переменной в базовом году.

Под нормативными весами в данной работе понимаются параметры, отражающие относительную значимость отдельных измерений в структуре агрегированного индекса. Иными словами, они задают предположение о том, насколько важны доход, образование и здоровье при оценке общего социально-экономического положения индивида. В базовой спецификации настоящего исследования нормативные веса принимаются равными, что соответствует предпосылке о равной значимости трех рассматриваемых измерений. Деление нормативного веса на среднее значение соответствующего показателя в базовом году обеспечивает сопоставимость измерений, выраженных в разных шкалах, и позволяет интерпретировать вклад каждого измерения в агрегированный показатель в терминах специфического неравенства.

На **втором этапе** рассчитывается индекс Тейла для распределения агрегированного показателя:

$$T = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{s_i}{\bar{s}} \ln \left(\frac{s_i}{\bar{s}} \right),$$

где $\bar{s}$ — среднее агрегированного показателя; N — численность выборки.

Индекс Тейла относится к семейству обобщенных энтропийных мер неравенства и обладает важным для настоящего исследования свойством аддитивной декомпозиции. Это делает его удобным инструментом для анализа не только совокупного уровня многомерного неравенства, но и его внутренней структуры.

Пусть выборка разбита на G федеральных округов. Тогда индекс Тейла можно представить в виде:

$$T = T_{within} + T_{between},$$

где

— внутригрупповое неравенство

$$T_{within} = \sum_{g=1}^G \frac{n_g}{N} T_g,$$

— межгрупповое неравенство

$$T_{between} = \sum_{g=1}^G \frac{n_g}{N} \ln \left(\frac{\bar{s}_g}{\bar{s}} \right).$$

Здесь: n_g — число респондентов округа g ; T_g — индекс Тейла внутри округа; $\bar{s}_g$ — среднее агрегированного показателя в округе.

Декомпозиция позволяет количественно оценить вклад территориальной дифференциации в формирование совокупного неравенства.

Для оценки изменений во времени индекс и его компоненты рассчитываются отдельно для 2016 и 2023 гг. Сравнение значений T , T_{within} и $T_{between}$ позволяет определить:

- изменился ли общий уровень многомерного неравенства;
- усилилась ли межрегиональная поляризация;
- изменилась ли структура внутриокружного расслоения.

Эмпирические результаты

На первом этапе исследования был построен агрегированный индекс социально-экономического положения s_i на основе трех измерений: подушевой доход, годы обучения и индекс здоровья. В соответствии с двухступенчатой методологией Foster–Lokshin (Foster, Lokshin, 2024) агрегирование выполнено в линейной форме. Для обеспечения сопоставимости измерений применена калибровка коэффициентов как $c_j = v_j/\mu_j$, где v_j — нормативные веса (в данной спецификации приняты равными, $v_j = 1/3$), а μ_j — средние значения показателей для России в базовом году (2016). Такая нормировка обеспечивает интерпретируемость индекса и его масштаб: среднее значение s_i в базовом году равно 1, что упрощает межвременные сравнения.

После построения индекса были сформированы распределения s_i для России в целом и федеральных округов отдельно для 2016 и 2023 гг. Для обеспечения сопоставимости оценок, относящихся к этим годам, анализ декомпозиции выполнялся по 7 федеральным округам. В данных 2016 г. Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО) объединен с Южным (ЮФО), так как исследование LITS проводится с 2004 г., а Северо-Кавказский федеральный округ существует как отдельный ФО только с 2010 г. По той же причине в 2023 г. СКФО также объединен с ЮФО.

На втором этапе был рассчитан индекс Тейла (Theil T) для распределения агрегированного показателя s_i . Использование индекса Тейла позволяет разложить совокупное неравенство на две части: неравенство внутри федеральных округов (T_{within}) и неравенство между округами ($T_{between}$). Проведенная подобным способом декомпозиция показывает, что основной вклад в общее неравенство вносит внутригрупповой компонент.

Для России в целом получены следующие значения: в 2016 г. $T = 0,0381$, в 2023 г. $T = 0,0429$ (табл. 2). Таким образом, агрегированное социально-экономическое неравенство в 2016–2023 гг. увеличилось, что указывает на рост расслоения по совокупности измерений (доход–образование–здоровье). Доля межокружного неравенства при этом уменьшилась с 8,6% до 6,4%. Это означает, что рост общего неравенства в 2016–2023 гг. сопровождался усилением внутриокружной дифференциации, тогда как вклад межрегиональных различий по средним значениям агрегированного индекса, напротив, уменьшился.

Таблица 1

Индекс Тейла в России и ее федеральных округах (ФО) в 2016 и 2023 гг.

Год	Кол-во набл.	Совокупный индекс Тейла	Индекс Тейла внутри ФО	Индекс Тейла между ФО	Доля межокружного неравенства (%)
2016	1144	0,038	0,034	0,003	8,6
2023	924	0,043	0,040	0,003	6,4

Снижение доли $T_{between}$ можно интерпретировать как ослабление роли различий между средними уровнями социально-экономического положения округов (в данной агрегированной метрике) в формировании общего неравенства. Одновременно увеличение T_{within} указывает на то, что ключевые изменения происходят внутри округов — то есть усиливается неоднородность в рамках каждого федерального округа.

Для уточнения роли отдельных округов были рассчитаны внутриокружные значения индекса Тейла T_g и вклад каждого округа во внутригрупповое неравенство $(n_g/N) \cdot T_g$. В табл. 3 представлены результаты оценки индекса Тейла по федеральным округам.

Таблица 2

Описательная статистика и оценка индекса Тейла по федеральным округам

Федеральный округ	Год	Число наблюдений	Среднее значение агрегированного индекса s	Индекс Тейла внутри ФО
Северо-Западный ФО	2016	102	1,166	0,073
	2023	97	1,305	0,038
Цетральный ФО	2016	246	1,069	0,045
	2023	273	1,263	0,047
Дальневосточный ФО	2016	69	0,988	0,040
	2023	59	1,230	0,046
Приволжский ФО	2016	263	0,991	0,028
	2023	184	1,072	0,036
Уральский ФО	2016	87	1,029	0,024
	2023	64	1,102	0,026
Сибирский ФО	2016	228	0,941	0,022
	2023	90	1,220	0,036
Южный ФО	2016	149	0,867	0,018
	2023	157	1,106	0,040

В 2016 г. наибольшее внутриокружное неравенство фиксируется в Северо-Западном федеральном округе ($T_g = 0,0733$), далее следуют Центральный ($T_g = 0,0447$) и Дальневосточный округа ($T_g = 0,0403$). В 2023 г. максимальные значения внутриокружного индекса наблюдаются в Центральном ($T_g = 0,0467$) и Дальневосточном ($T_g = 0,0464$) округах, а также в Южном ($T_g = 0,0401$). При этом вклад округа во внутригрупповое неравенство определяется не только величиной T_g , но и его долей в выборке. В частности, Центральный округ демонстрирует значимый вклад во внутригрупповое неравенство в 2023 г. за счет сочетания сравнительно высокого T_g и большой численности наблюдений. В целом региональные результаты согласуются с выводом о доминировании внутригруппового компонента: различия внутри округов существенно превосходят вклад различий между округами по средним значениям агрегированного индекса.

Сопоставление 2016 и 2023 гг. позволяет выделить три ключевых результата. Во-первых, совокупное многомерное неравенство увеличивается. Во-вторых, структура неравенства смещается в сторону внутриокружного компонента: доля межокружного неравенства снижается, несмотря на рост общего индекса. В-третьих, в ряде округов (прежде всего в Центральном и Дальневосточном) сохраняется относительно высокий уровень внутригруппового расслоения, что делает их существенными источниками общей неоднородности.

Полученные результаты задают основу для дальнейшего обсуждения: снижение доли межокружного компонента может свидетельствовать о сближении округов по средним уровням агрегированного социально-экономического положения, тогда как усиление внутриокружного неравенства указывает на рост неоднородности внутри региональных рынков труда, образовательных траекторий и распределения здоровья.

Выводы

Полученные эмпирические результаты позволяют сделать несколько важных выводов относительно структуры и динамики многомерного социально-экономического неравенства в России в 2016–2023 гг.

Во-первых, в рассматриваемом периоде наблюдается рост агрегированного неравенства, измеренного индексом Тейла по композитному показателю, объединяющему доход, образование и здоровье. Увеличение значения индекса свидетельствует о расширении дисперсии индивидуальных социально-экономических позиций относительно среднего уровня. Это означает, что различия в совокупном благосостоянии между индивидами усилились.

Во-вторых, наблюдается доминирование внутригруппового (внутриокружного) компонента в формировании общего неравенства. Как в 2016, так и в 2023 г. доля межокружного компонента остается сравнительно небольшой (менее 10%), а основная часть расслоения формируется внутри федеральных округов. Более того, в динамике доля межокружного компонента сокращается несмотря на рост общего индекса Тейла. Это означает, что усиление неравенства в рассматриваемый период связано преимущественно с внутренней дифференциацией в рамках округов, а не с увеличением разрыва между их средними уровнями.

Данный результат имеет принципиальное значение для интерпретации пространственного неравенства. Часто региональная дифференциация в России рассматривается как основная причина социально-экономического расслоения. Однако полученные оценки показывают, что различия между средними уровнями агрегированного индекса по округам играют второстепенную роль по сравнению с неоднородностью внутри них. Иными словами, внутри каждого федерального округа сосуществуют группы населения с существенно различающимися уровнями дохода, образования и здоровья.

В-третьих, анализ внутриокружных индексов Тейла выявляет неоднородность региональной структуры. Наиболее высокие значения внутригруппового неравенства фиксируются в Центральном и Дальневосточном федеральных округах. Высокий уровень внутригруппового расслоения в Центральном округе может быть связан с концентрацией в нем как высокодоходных групп (включая столичную агломерацию), так и относительно менее обеспеченных домохозяйств.

Снижение доли межокружного компонента может указывать на относительное сближение средних уровней агрегированного социально-экономического положения между округами. Однако это сближение не сопровождается сокращением индивидуального расслоения. Напротив, рост внутригруппового компонента свидетельствует о том, что процессы дифференциации внутри регионов усиливаются.

В целом результаты исследования показывают, что многомерное социально-экономическое неравенство в России определяется прежде всего не различиями между федеральными округами по среднему уровню благосостояния, а высокой дисперсией индивидуальных социально-экономических позиций внутри самих округов. Иными словами, основной источник совокупного неравенства связан с выраженной внутриокружной неоднородностью по доходу, образованию и здоровью. Это означает, что снижение многомерного неравенства требует не только мер, направленных на сглаживание диспропорций между федеральными округами, но и политики, ориентированной на сокращение внутренней социальной поляризации в пределах каждого федерального округа.

Источники

Бобков В. Н. Каким быть региональному неравенству качества и уровня жизни? // Мир России. 2009. Т. 18. № 3. С. 61–84.

Мареева С. В. Монетарные и немонетарные неравенства в жизни россиян // Социологические исследования. 2016. № 10. С. 65–74.

- Мареева С. В., Тихонова Н. Е. Бедность и социальные неравенства в России в общественном сознании // Мир России: социология, этнология. 2016. Т. 25. № 2. С. 37–67.
- Тихонова Н. Е., Мареева С. В., Аникин В. А., Лежнина Ю. П., Каравай А. В., Слободенюк Е. Д. Общество неравных возможностей: социальная структура современной России. М., 2022.
- Шаталова О. М., Касаткина Е. В. Социально-экономическое неравенство регионов РФ: вопросы измерения и долгосрочная ретроспективная оценка // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. Т. 15. № 4. С. 74–87.
- Atkinson A. B. On the Measurement of Inequality // *Journal of Economic Theory*. 1970. Vol. 2. Iss. 3. P. 244–263.
- Atkinson A. B., Bourguignon F. The Comparison of Multi-Dimensioned Distributions of Economic Status // *The Review of Economic Studies*. 1982. Vol. 49. Iss. 2. P. 183–201.
- Dalton H. The Measurement of the Inequality of Incomes // *The Economic Journal*. 1920. Vol. 30. Iss. 119. P. 348–361.
- Dasgupta P., Sen A., Starrett D. Notes on the Measurement of Inequality // *Journal of Economic Theory*. 1973. Vol. 6. Iss. 2. P. 180–187.
- Foster J. E., Lokshin M. Multidimensional and Specific Inequalities. Policy Research Working Paper. 2024. No. 10748. Washington, DC, 2024.
- Ibragimova Z., Frants M. Regional Dimension of Inequality of Opportunity in Russian Federation // *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. 2021. Vol. 111. P. 534–544.
- Kolm S. C. Multidimensional Egalitarianisms // *The Quarterly Journal of Economics*. 1977. Vol. 91. Iss. 1. P. 1–13.
- Life in Transition Survey (LiTS) 2023: Microdata. European Bank for Reconstruction and Development; World Bank, 2023.
- Life in Transition Survey 2016. European Bank for Reconstruction and Development; World Bank, 2016.
- Lorenz M. O. Methods of Measuring the Concentration of Wealth // *Publications of the American Statistical Association*. 1905. Vol. 9. Iss. 70. P. 209–219.
- Lyytikäinen L., Kemppainen T. Regional Inequalities in Self-Rated Health in Russia: What Is the Role of Social and Economic Capital? // *Social Science & Medicine*. 2016. Vol. 161. P. 92–99.
- Pigou A. C. *Wealth and Welfare*. London, 1912.
- Piketty T. *Capital in the Twenty-First Century*. Cambridge, MA, 2014.
- Rolling Back Russia's Spatial Disparities: Re-assembling the Soviet Jigsaw under a Market Economy. Washington, DC: World Bank, 2018.
- Rytova E., Gutman S., Sousa C. Regional Inclusive Development: An Assessment of Regional Level in Russia // *Sustainability*. 2021. Vol. 13. Iss. 11. P. 5773.
- Sen A. K. *Development as Freedom*. New York, 1999.
- Sen A. K. *On Economic Inequality*. Oxford, 1997.
- Shorrocks A. F. The Class of Additively Decomposable Inequality Measures // *Econometrica*. 1980. Vol. 48. Iss. 3. P. 613–625.
- Stiglitz J. E., Sen A., Fitoussi J.-P. The Measurement of Economic Performance and Social Progress Revisited. OFCE Working Paper, 2009.

References

- Atkinson A. B. On the Measurement of Inequality. *Journal of Economic Theory*, 1970, vol. 2, iss. 3, pp. 244–263.
- Atkinson A. B., Bourguignon F. The Comparison of Multi-Dimensioned Distributions of Economic Status. *The Review of Economic Studies*, 1982, vol. 49, iss. 2, pp. 183–201.
- Bobkov V. N. Kakim byt' Regional'nomu Neravenstvu Kachestva i Urovnya Zhizni? [What Should Regional Inequality in the Quality and Standard of Living Be?]. *Mir Rossii [Universe of Russia]*, 2009, vol. 18, iss. 3, pp. 61–84. (In Russian)
- Dalton H. The Measurement of the Inequality of Incomes. *The Economic Journal*, 1920, vol. 30, iss. 119, pp. 348–361.
- Dasgupta P., Sen A., Starrett D. Notes on the Measurement of Inequality. *Journal of Economic Theory*, 1973, vol. 6, iss. 2, pp. 180–187.
- Foster J. E., Lokshin M. *Multidimensional and Specific Inequalities*. Policy Research Working Paper, 2024, no. 10748.
- Ibragimova Z., Frants M. Regional Dimension of Inequality of Opportunity in Russian Federation. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 2021, vol. 111, pp. 534–544.
- Kolm S.-C. Multidimensional Egalitarianisms. *The Quarterly Journal of Economics*, 1977, vol. 91, iss. 1, pp. 1–13.

- Life in Transition Survey (LiTS) 2023: Microdata*. European Bank for Reconstruction and Development; World Bank, 2023.
- Life in Transition Survey 2016*. European Bank for Reconstruction and Development; World Bank, 2016.
- Lorenz M. O. Methods of Measuring the Concentration of Wealth. *Publications of the American Statistical Association*, 1905, vol. 9, iss. 70, pp. 209–219.
- Lyytikäinen L., Kemppainen T. Regional Inequalities in Self-Rated Health in Russia: What Is the Role of Social and Economic Capital? *Social Science and Medicine*, 2016, vol. 161, pp. 92–99.
- Mareeva S. V. Monetarnye i Nemonetarnye Neravenstva v Zhizni Rossiyan [Monetary and Non-Monetary Inequalities in the Lives of Russians]. *Sotsiologicheskie Issledovaniya [Sociological Studies]*, 2016, iss. 10, pp. 65–74. (In Russian)
- Mareeva S. V., Tikhonova N. E. Bednost' i Sotsial'nye Neravenstva v Rossii v Obshchestvennom Soznanii [Poverty and Social Inequalities in Russia in Public Consciousness]. *Mir Rossii: Sotsiologiya, Etnologiya [Universe of Russia: Sociology, Ethnology]*, 2016, vol. 25, iss. 2, pp. 37–67. (In Russian)
- Pigou A. C. *Wealth and Welfare*. London, 1912.
- Piketty T. *Capital in the Twenty-First Century*. Cambridge, 2014.
- Rolling Back Russia's Spatial Disparities: Re-assembling the Soviet Jigsaw under a Market Economy*. World Bank, 2018.
- Rytova E., Gutman S., Sousa C. Regional Inclusive Development: An Assessment of Regional Level in Russia. *Sustainability*, 2021, vol. 13, iss. 11, pp. 5773.
- Sen A. K. *Development as Freedom*. New York, 1999.
- Sen A. K. *On Economic Inequality*. Oxford, 1997.
- Shatalova O. M., Kasatkina E. V. Sotsial'no-ekonomicheskoe Neravenstvo Regionov RF: Voprosy Izmereniya i Dolgosrochnaya Retrospektivnaya Otsenka [Socioeconomic Inequality Among the Regions of the Russian Federation: Measurement Issues and a Long-Term Retrospective Assessment]. *Ekonomicheskie i Sotsial'nye Peremeny: Fakty, Tendentsii, Prognoz [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast]*, 2022, vol. 15, iss. 4, pp. 74–87. (In Russian)
- Shorrocks A. F. The Class of Additively Decomposable Inequality Measures. *Econometrica*, 1980, vol. 48, no. 3, pp. 613–625.
- Stiglitz J. E., Sen A., Fitoussi J.-P. *The Measurement of Economic Performance and Social Progress Revisited*. OFCE Working Paper, 2009.
- Tikhonova N. E., Mareeva S. V., Anikin V. A., Lezhnina Yu. P., Karavai A. V., Slobodenyuk E. D. *Obshchestvo Neravnykh Vozmozhnostei: Sotsial'naya Struktura Sovremennoi Rossii [A Society of Unequal Opportunities: The Social Structure of Modern Russia]*. Moscow, 2022. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 20 июня 2026 г.

Статья рекомендована в печать 20 июля 2026 г.

ВЛИЯНИЕ РЫНОЧНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ: РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ

Введение

Малые и средние предприятия (МСП) вносят значительный вклад в экономику: для большинства развивающихся стран доля МСП в ВВП варьируется от 20 до 50% (Auzzir et al., 2018). При этом создание рабочих мест благодаря МСП приносит более 50% добавленной стоимости. Кроме того, МСП позволяют снизить уровень бедности за счет создания новых рабочих мест, поэтому повышение их эффективности является важным стратегическим драйвером экономического развития (Islam, 2020).

Вследствие макроэкономических шоков таких, как рецессия 2014 г., кризис 2020 г., вызванный пандемией, а также спад 2022 г. и продолжающееся санкционное давление, игрокам рынка приходилось адаптироваться к быстро изменяющимся условиям, что вызывало постоянные изменения на рынке, в результате чего рыночная неопределенность существенно возросла (Иванов, Бухвальд, 2020; Павлюкевич, 2024). В литературе под рыночной неопределенностью понимается ситуация изменчивости рыночной среды, выражающаяся через волатильность рыночных факторов, которые оказывают влияние на поведение и результат деятельности фирм (Persakis, Iatridis, 2023; Wu, Chen, 2025). Волатильность фактических цен опционов на индекс РТС (индекс RVI) повышается за период с 2014 по 2024 г., что выше американского индекса волатильности VIX, рассчитанного на основе волатильности S&P500, за период 2014–2017 гг. и 2022–2023 гг. Для возможности сравнения данные индексы нормируются к своему среднему значению за рассматриваемый период.

Хотя большинство МСП в России не котируются на бирже, макроэкономическая неопределенность, аккумулируемая и отражаемая в волатильности фондового рынка, воздействует на них через ряд опосредованных каналов. Во-первых, финансовые институты, реагируя на рост неопределенности, ужесточают условия кредитования для всех заемщиков, повышая стоимость и ограничивая доступность заемных средств и для МСП, что сдерживает их инвестиционную активность. Во-вторых, МСП промышленного сектора часто выступают субподрядчиками для крупных публичных корпораций, которые в периоды неопределенности склонны пересматривать и замораживать инвестиционные программы и заказы. В-третьих, на МСП влияет общее снижение потребительского и инвестиционного спроса, а также волатильность обменного курса, тесно связанная с динамикой фондового рынка. Таким образом, RVI может выступать в качестве прокси-показателя деловой неопределенности, в условиях которой функционируют и непубличные компании (Bloom, 2009).

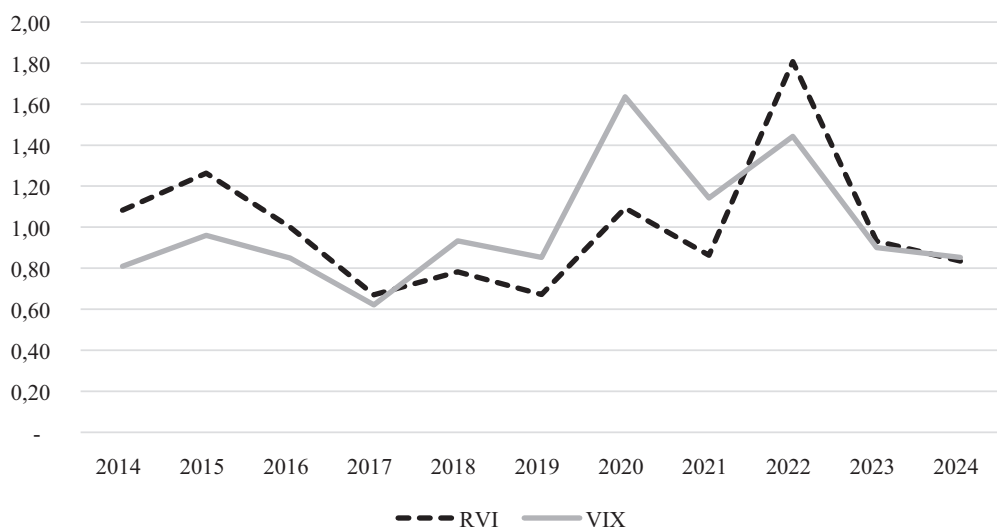


Рис. 1. Динамика волатильности фондового рынка России (RVI) и США (VIX) в 2014–2024 гг.

Источник: построено авторами, источник данных MOEX, 2025; Fusion Media Limited, 2025.

Для большинства МСП высокая неопределенность может стать существенным барьером осуществления экономической деятельности. Проведенные эмпирические исследования не подтверждают однозначное влияние рыночной неопределенности на эффективность фирм (Sharfaei et al., 2023; Liu et al., 2024; Wu, Chen, 2025). При этом для российских фирм, в том числе малых и средних предприятий, данная взаимосвязь остается недостаточно изученной. При этом в условиях возросшей рыночной неопределенности государственная поддержка может стать ключевым стимулирующим фактором повышения эффективности (Адаменко и др., 2020; Захарова, Иванова, 2023; Gomes, Barros, 2022).

Цель статьи — оценка влияния государственной поддержки МСП на взаимосвязь рыночной неопределенности и эффективности МСП. Для проведения исследования использованы данные по 5914 российским МСП промышленного сектора за 2020–2024 гг.

В исследовании решается несколько задач: (1) рассмотрение сущности эффективности и мер государственной поддержки в условиях неопределенности на базе эмпирических исследований; (2) обоснование механизмов влияния рыночной неопределенности на эффективность с учетом государственной поддержки; (3) построение модели и выявление взаимосвязи между рыночной неопределенностью и эффективностью с учетом государственной поддержки на данных российских МСП; (4) предложение рекомендаций МСП по повышению эффективности использования государственной поддержки.

Новизна исследования заключается, во-первых, в рассмотрении российских МСП промышленного сектора, во-вторых, в рассмотрении влияния рыночной неопределенности на эффективность МСП в период наибольшей волатильности фондового рынка, в-третьих, рассмотрение главного стимулирующего фактора повышения эффективности — различных мер государственной поддержки.

Практическая значимость исследования состоит в помощи российскому малому и среднему бизнесу в улучшении стратегии повышения эффективности в условиях высокой рыночной неопределенности. Учет влияния рыночной неопределенности приведет к более точному планированию результатов деятельности и позволит фирмам быстрее сориентироваться в изменяющейся среде. Кроме того, учет эффекта получения

государственной поддержки позволит компаниям в большей степени реализовать возможности максимального повышения эффективности в данных условиях.

Статья имеет следующую структуру. В первом разделе представлен обзор ключевых исследований по влиянию рыночной неопределенности на деятельность компаний и роль государственной поддержки, во втором — приведено обоснование гипотез и представлены модели исследования, в третьем — описана методология оценки. Далее, в четвертом разделе описаны данные, в пятом разделе продемонстрированы результаты исследования. В заключении подведены итоги и представлены возможные направления дальнейшего анализа.

Обзор литературы

1.1. Механизмы влияния рыночной неопределенности на эффективность фирм с учетом государственной поддержки

В литературе представлены следующие механизмы влияния неопределенности, в том числе рыночной, на деятельность компаний: 1) основанный на мотиве предосторожности; 2) описанный в рамках теории реальных опционов; 3) реализующийся в соответствии с теорией опционов стратегического роста. Согласно первому механизму, в условиях рыночной неопределенности фирмы в целях хеджирования рисков увеличивают запас денежных средств, снижая инвестиционную активность (Han, Qiu, 2007; Su et al., 2020). Перенаправление денежных средств в запасы оказывает негативное влияние на эффективность фирмы. Согласно второму механизму, в периоды высокой рыночной неопределенности фирмы склонны приостановить инвестиционную деятельность, которая рассматривается как последовательность реальных опционов, что может негативно отражаться на эффективности фирм (Матяш, 2015; Gulen, Ion, 2016). Таким образом, первый и второй механизмы предполагают негативное влияние неопределенности на эффективность фирм.

Согласно теории опционов стратегического роста, рыночная неопределенность рассматривается как новые возможности для фирм, так как в данных условиях расширяются границы получения выгод/убытков, поэтому фирмы могут получить большую отдачу от инвестиционных вложений (Su et al., 2010). В рамках данной теории неопределенность является залогом роста конкурентоспособности тех фирм, которые не откладывают инвестиции на будущее, а наоборот, увеличивают инвестиционную активность (He et al., 2020). В связи с этим увеличиваются вложения в стратегические и более рискованные проекты, что положительно отражается на эффективности фирм (Zhang et al., 2021).

Одним из главных стимулирующих факторов повышения эффективности фирм в условиях неопределенности является государственная поддержка (Gomes, Barros, 2022). Под государственной поддержкой понимается создание экономических и правовых условий, стимулов для развития бизнеса, а также вложение в него материальных и финансовых ресурсов на льготных условиях (Адаменко и др., 2020; Захарова, Иванова, 2023).

Наиболее распространенным видом государственной поддержки является финансовая поддержка. Европейский банк реконструкции и развития выделяет такие меры финансовой поддержки, как кредиты и гранты, гарантии, финансирование акционерного капитала, субсидии, налоговые и таможенные льготы (EBRD, 2024). При этом как для зарубежных, так и для российских МСП отмечается важность кредитования, предоставление грантов и субсидий, а также предоставление гарантий (Захарова, Иванова, 2023; EBRD, 2024). Помимо финансовой поддержки выделяют такие виды государственной поддержки, как имущественная, инновационная,

консультационная, информационная и образовательная (Адаменко и др., 2020; Захарова, Иванова, 2023).

Механизм влияния государственной поддержки на взаимосвязь рыночной неопределенности и эффективности фирмы различается в зависимости от мер каждого вида поддержки (Захарова, Иванова, 2023; Блохин, Глухов, 2024). Финансовая поддержка реализуется через налоговые льготы, гранты и субсидии, содействие развитию кредитования; имущественная — через помощь в подборе помещений и земельных участков для покупки или аренды; инновационная — через создание бизнес-инкубаторов, содействие в формировании спроса на инновационную продукцию, обеспечение инфраструктуры; консультационная — через развитие бизнес-консалтинга, бесплатные консультации с экспертами; информационная — через создание банка данных о состоянии предпринимательской среды, содействие в подборе деловых партнеров; образовательная — через бесплатное обучение. Благодаря данным мерам у фирм появляются возможности реализации высокорисковых инвестиций, что снижает негативное влияние рыночной неопределенности на эффективность.

1.2. Влияние рыночной неопределенности на эффективность фирм с учетом стимулирующего эффекта государственной поддержки

В большинстве эмпирических исследований, посвященных изучению влияния рыночной неопределенности на эффективность МСП, подтверждается негативное влияние (Bayar, Ceylan, 2017; Aprisma, Sudaryati, 2020; Chen, Lee, 2023; Frijns et al., 2023; Persakis, Iatridis, 2023; Liu et al., 2024; Wu, Chen, 2025). При этом существуют исследования, подтверждающие положительную взаимосвязь рыночной неопределенности и эффективности фирм (Sharfaei et al., 2023).

В (Bayar, Ceylan, 2017) подтверждается, что рыночная неопределенность, выражающаяся через волатильность обменного курса, процентной ставки и темпов роста, отрицательно влияет на прибыльность фирм. В исследовании (Persakis, Iatridis, 2023), проведенном на данных компаний 24 стран, включая Россию, выявлено, что рыночная неопределенность отрицательно связана с точностью прогнозов аналитиков, что негативным образом отражается на инвестиционной активности, в связи с чем падает эффективность фирм. В работе (Chen, Lee, 2023) подчеркивают, что малые и средние предприятия испытывают большее снижение эффективности в ответ на рост рыночной неопределенности по сравнению с крупными фирмами в странах, где условия кредитования ужесточаются сильнее.

Российские исследования подтверждают негативное влияние неопределенности на инвестиционную активность (Найденова, Шалаева, 2022; Черкасова, Ведута, 2024), однако для российского малого и среднего бизнеса влияние рыночной неопределенности на эффективность остается неизученным. Хотя существует много исследований как зарубежных, так и российских, посвященных изучению роли государственной поддержки в повышении эффективности фирм, в том числе малых и средних предприятий, нет исследований, посвященных оценке стимулирующего эффекта государственной поддержки МСП в условиях рыночной неопределенности (Адаменко и др., 2020; Jayeola et al., 2022).

Гипотезы и модели исследования

Основываясь на теоретических положениях и ранее проведенных эмпирических исследованиях, можно выдвинуть основную гипотезу исследования:

H1: Рыночная неопределенность оказывает негативное влияние на эффективность МСП.

Дополнительно проверяется эффект взаимодействия рыночной неопределенности и видов государственной поддержки:

H2: Негативное влияние рыночной неопределенности на эффективность меньше для МСП, получивших государственную поддержку.

Для тестирования влияния рыночной неопределенности на эффективность с учетом государственной поддержки была построена модель по аналогии с моделями, представленными в исследованиях (Doan et al., 2020; Aprisma, Sudaryati, 2020). В качестве зависимой переменной выступает рентабельность активов (ROA), рассчитанная как отношение чистой прибыли к совокупным активам (Doan et al., 2020; Aprisma, Sudaryati, 2020). Данная метрика наиболее часто используется в ранее проведенных исследованиях, т. к. позволяет оценить эффективность для всей фирмы с учетом интересов всех участников в доле собственности активов.

В качестве рыночной неопределенности выступает среднее геометрическое ежемесячного индекса волатильности российского фондового рынка RVI, который рассчитан на основе волатильности фактических цен опционов на Индекс РТС, для соответствующего года (Bloom, 2009; MOEX, 2025). Значение показателя нормируется к среднему значению за рассматриваемый период.

Для тестирования влияния государственной поддержки на взаимосвязь рыночной неопределенности и эффективностью в исследовании используется ряд бинарных переменных, равных 1, если фирме был оказан соответствующий вид государственной поддержки в определенный год.

Как и в работах (Doan et al., 2020; Aprisma, Sudaryati, 2020), в модели включаются такие контрольные переменные, как темп роста выручки, финансовый рычаг, возраст, размер фирмы, а также дамми-переменные видов государственной поддержки. Способ расчета переменных приведен в табл. 1.

Таблица 1

Расчет переменных

Переменная	Формула расчета	Описание
Рентабельность активов	$ROA = \text{Чистая прибыль} / \text{Активы}$	Отношение чистой прибыли к совокупным активам
Рыночная неопределенность	$MU_t = \sqrt[12]{RVI_1 \cdot \dots \cdot RVI_{12}} / \text{Mean}(RVI)$	Геометрическое среднее RVI за год t , нормированное на среднее значение за период
Темп роста выручки	$SGR = (\text{Выручка}_t - \text{Выручка}_{t-1}) / \text{Выручка}_{t-1}$	Отношение разницы текущего и предыдущего значения выручки к ее предыдущему значению
Финансовый рычаг	$Lev = \text{Обязательства} / \text{Активы}$	Отношение объема совокупных обязательств к совокупным активам
Возраст фирмы	Age	Количество лет существования фирмы с момента регистрации
Размер фирмы	$Size = \ln(\text{Активы})$	Натуральный логарифм совокупных активов
Финансовая поддержка	Fin	Равна 1 для фирм, получивших финансовую государственную поддержку, и 0 в противном случае.
Консультационная поддержка	Cons	Равна 1 для фирм, получивших консультационную государственную поддержку, и 0 в противном случае.
Информационная поддержка	Inform	Равна 1 для фирм, получивших информационную государственную поддержку, и 0 в противном случае.
Образовательная поддержка	Ed	Равна 1 для фирм, получивших образовательную государственную поддержку, и 0 в противном случае.

Источник: составлено авторами.

Таким образом, построена следующая базовая модель 1:

$$\begin{aligned} ROA_{(i,t)} = & \alpha_i + \beta_1 \cdot MU_{(t-1)} + \beta_2 \cdot MU_{(t-1)} \cdot Fin_{(i,t-1)} + \\ & + \beta_3 \cdot MU_{(t-1)} \cdot Cons_{(i,t-1)} + \beta_4 \cdot MU_{(t-1)} \cdot Ed_{(i,t-1)} + \\ & + \beta_5 \cdot MU_{(t-1)} \cdot Inform_{(i,t-1)} + CONTROL_{(k,i,t-1)} \cdot \beta_k + \varepsilon_{(i,t)}, \end{aligned} \quad (1)$$

где *ROA* — рентабельность активов; *MU* — индекс рыночной неопределенности (RVI); *Fin* — дамми-переменная на наличие финансовой поддержки; *Cons* — дамми-переменная на наличие консультационной поддержки; *Ed* — дамми-переменная на наличие образовательной поддержки; *Inform* — дамми-переменная на наличие информационной поддержки; *CONTROL* — вектор контрольных переменных; α — фиксированные индивидуальные эффекты; *i* — номер наблюдения; *k* — номер контрольной переменной; *t* — год; β — коэффициенты регрессии; ε — ошибка модели.

Вектор *CONTROL* включает следующие контрольные переменные: *SGR* — темп роста выручки, *Lev* — финансовый рычаг, *Age* — возраст фирмы, *Size* — размер фирмы, а также дамми-переменные видов государственной поддержки *Fin*, *Cons*, *Ed* и *Inform*.

Для снижения проблемы эндогенности, связанной с одновременностью формирования переменных, объясняющие переменные взяты с лагом в один год (Doan et al., 2020).

Поскольку показатель рыночной неопределенности варьируется только по годам, так как является макроэкономическим показателем, его влияние не может быть оценено при включении фиксированных эффектов года. Однако очевидно, что макроэкономическая ситуация меняется и это может оказывать влияние на эффективность компаний. Поэтому для тестирования устойчивости результатов оценивается модель 2, в которой в базовую модель также включен темп роста ВРП, что позволяет оценить воздействие макроэкономической ситуации с учетом региональных различий на эффективность.

Также дополнительно оценивается модель 3 с включением временных фиксированных эффектов. Данная модель не позволяет оценить прямой эффект от рыночной неопределенности, но позволяет более надежно оценить коэффициенты при эффектах взаимодействия.

Вследствие того, что финансовая поддержка является основным видом государственной поддержки фирм промышленного сектора, дополнительно построены аналогичные модели с включением видов финансовой поддержки.

Совместные эффекты включены со следующими переменными: *Fvo* — дамми-переменная на предоставление финансирования на возвратной основе, *Subgr* — дамми-переменная на предоставление субсидий и грантов, *Gp* — дамми-переменная на предоставление гарантий и поручительств. Данные переменные соответственно также включены в контрольные переменные.

Предполагается, что темп роста выручки оказывает положительное влияние на эффективность МСП, так как фирмы с более высокими темпами роста выручки обладают большими инвестиционными возможностями и, соответственно, большей гибкостью в принятии решений (Doan et al., 2021). Финансовый рычаг предположительно оказывает положительное влияние на эффективность фирм, так как более высокая доля обязательств в активах компании означает большую готовность компании брать на себя риск, что увеличивает инвестиционную активность и общую эффективность (Aprisma, Sudaryati, 2020).

Согласно предыдущим исследованиям, возраст фирмы оказывает негативное влияние на эффективность деятельности, так как фирмы склонны больше инвестировать, когда начинают свою деятельность, чтобы занять определенную долю на рынке и получить доход в будущих периодах (Doan et al., 2021). Также ожидается, что размер фирмы отрицательно связан с эффективностью бизнеса, так как размер фирмы связан с более высоким качеством раскрытия информации, поэтому более крупные фирмы меньше рискуют, следовательно, снижаются инвестиции в более рискованные проекты, что уменьшает эффективность (Zhang et al., 2021).

Кроме того, предполагается, что все виды государственной поддержки оказывают положительное влияние на эффективность фирм, так как являются стимулирующим фактором инвестиционной активности (Захарова, Иванова, 2023; Блохин, Глухов, 2024).

Все регрессионные модели оценены с помощью метода наименьших квадратов на преобразованных данных (внутригрупповые оценки). В качестве проверки на правильность спецификации модели проведен F-тест и тест Хаусмана.

Данные

Выборку составляют российские МСП крупнейших отраслей промышленного сектора, таких как «Добыча полезных ископаемых», «Обрабатывающие производства», «Обеспечение электрической энергией, газом и паром» и «Строительство», согласно Федеральному закону «О промышленной политике в Российской Федерации» от 31.12.2014 № 488-ФЗ. Выбор данных отраслей также обусловлен схожестью мер государственной поддержки, направленных на содействие деятельности фирм промышленного сектора. Малые и средние предприятия определены как фирмы с выручкой не более 2 млрд руб. в год¹. Период исследования — 2020–2024 гг. Выбор данного периода обусловлен наличием данных по государственной поддержке, которые раскрываются с 2019 г., а также значительным ростом рыночной неопределенности в России с 2020 г.

Годовые финансовые данные взяты из базы данных СПАРК. Итоговая выборка состоит из 5914 российских промышленных МСП. При этом 28,39% фирм получили финансовую поддержку, 23,79% — консультационную, 14,12% — образовательную, 6,34% — информационную². Данные представляют собой несбалансированную панель.

Как видно из табл. 2, рентабельность активов российских малых и средних предприятий в среднем составляет 5,4%. Индекс российской рыночной неопределенности в среднем равен 1,109 пункта, при этом может достигать 1,761 пункта. Кроме того, у фирм, отобранных в выборку, среднее значение темпа роста выручки равно 12,3%. Заемные средства составляют в среднем 32,5% совокупных активов малых и средних предприятий выборки. Возраст фирмы в среднем равен 15 лет при максимальном значении 34 года. Размер компании в среднем равен 18,75.

Таким образом, для фирм, отобранных в выборку, характерно соотношение чистой прибыли к совокупным активам на уровне 5,4% в среднем. Рыночная неопределенность для России в среднем оценивается в 1,109 пункта за период 2020–2024 гг.

¹ Согласно Федеральному закону от 24.07.2007 № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации».

² Не рассматривается имущественный и инновационный вид государственной поддержки вследствие небольшого количества данных

Таблица 2

Описательные статистики

Переменная	N	Среднее значение	Стандартное отклонение	Медиана	Минимум	Максимум
Рентабельность активов	18144	0,054	0,111	0,027	−0,299	1,715
Рыночная неопределенность	18144	1,109	0,376	0,908	0,655	1,761
Темп роста выручки	18144	0,123	0,323	0,077	−0,934	1,983
Финансовый рычаг	18144	0,325	0,241	0,273	0,000	0,999
Возраст фирмы	18144	15,280	7,518	14,000	2,000	34,000
Размер фирмы	18144	18,750	1,635	18,850	11,840	25,81

Источник: расчеты авторов.

Результаты исследования

Результаты оценки влияния рыночной неопределенности на эффективность российских МСП промышленного сектора с учетом видов государственной поддержки представлены в табл. 3.

Согласно базовой модели 1, рыночная неопределенность оказывает статистически значимое негативное влияние на эффективность компаний: повышение ее индекса на один пункт приводит к снижению рентабельности активов на 0,004. Это подтверждает логику о том, что в нестабильной среде компании вынуждены действовать осторожнее: откладывать инвестиции, наращивать финансовые резервы и избегать стратегических решений с непредсказуемым исходом. Такое выжидательное поведение закономерно снижает операционную и инвестиционную активность, что и отражается в итоговом падении рентабельности. Таким образом, результаты полностью подтверждают основную гипотезу исследования Н1.

Совместный эффект рыночной неопределенности и государственной поддержки оказался значим, что подтверждает гипотезу Н2. Анализ показывает, что финансовая помощь со стороны государства ослабляет негативное воздействие неопределенности. Это можно объяснить тем, что внешнее финансирование компенсирует компаниям возросшие риски и дефицит ликвидности, позволяя им увереннее осуществлять необходимые расходы и стратегические шаги даже в турбулентный период. Таким образом, поддержка выполняет роль стабилизатора, помогая бизнесу преодолеть вынужденную «заморозку» активности и поддержать эффективность.

Результаты по контрольным переменным соответствуют ожиданиям и логике бизнеса. Положительное влияние темпа роста выручки отражает базовую закономерность: растущий спрос и оборот позволяют компании более эффективно использовать ресурсы и получать более высокую отдачу. Положительная связь с финансовым рычагом может указывать на то, что доступ к заемным средствам дает МСП возможность финансировать развитие, хотя здесь важно учитывать потенциальные риски чрезмерной долговой нагрузки. Ожидаемое негативное влияние размера фирмы на рентабельность может отражать специфику МСП: по мере роста компания может столкнуться с увеличением административных издержек и потерей управленческой гибкости, не достигнув при этом уровня, когда экономия от масштаба становится решающим фактором.

Для проверки устойчивости были оценены модели 2 и 3 с включением темпа роста ВРП и временных фиксированных эффектов (табл. 3). Хотя влияние неопределенности в модели 2 становится незначимым после учета региональной динамики, ключевой вывод о стабилизирующей роли государственной поддержки остается неизменным и значимым во всех спецификациях. Влияние контрольных переменных остается неизменным.

Таблица 3

Оценка влияния рыночной неопределенности на эффективность малых и средних предприятий, 2020–2024 гг.

Параметры	(1)	(2)	(3)
	Базовая модель	Модель с включением ВРП	Модель с включением временных эффектов
MU_{t-1}	−0,004* (0,002)	−0,003 (0,002)	—
$MU_{t-1} \cdot Fin_{t-1}$	0,009* (0,004)	0,009* (0,004)	0,009* (0,004)
$MU_{t-1} \cdot Cons_{t-1}$	−0,0001 (0,005)	0,0002 (0,005)	−0,001 (0,005)
$MU_{t-1} \cdot Ed_{t-1}$	−0,006 (0,007)	−0,006 (0,007)	−0,005 (0,007)
$MU_{t-1} \cdot Inform_{t-1}$	0,008 (0,012)	0,009 (0,012)	0,008 (0,012)
SGR_{t-1}	0,018*** (0,002)	0,017*** (0,002)	0,017*** (0,002)
Lev_{t-1}	0,024*** (0,006)	0,024*** (0,006)	0,025*** (0,006)
Age_{t-1}	0,002*** (0,001)	0,002*** (0,001)	−0,004*** (0,002)
$Size_{t-1}$	−0,020*** (0,002)	−0,020*** (0,002)	−0,023*** (0,003)
Fin_{t-1}	−0,008 (0,005)	−0,008 (0,005)	−0,008 (0,005)
$Cons_{t-1}$	0,005 (0,006)	0,004 (0,006)	0,005 (0,006)
Ed_{t-1}	0,004 (0,008)	0,004 (0,008)	0,003 (0,008)
$Inform_{t-1}$	−0,009 (0,013)	−0,009 (0,013)	−0,009 (0,013)
ΔGRP_{t-1}	—	0,012** (0,005)	—
Наблюдения	18 144	18 144	18 144
Индивидуальные эффекты	Да	Да	Да
Временные эффекты	Нет	Нет	Да
R^2_{within}	0,013	0,013	0,016

Примечание: в круглых скобках представлены стандартные ошибки; * — $p < 0,1$, ** — $p < 0,05$; *** — $p < 0,01$; прочерки обозначают, что переменная не включена в модель.

Источник: расчеты авторов.

В табл. 4 представлены результаты оценки влияния рыночной неопределенности на эффективность российских МСП промышленного сектора с включением видов финансовой поддержки.

Результаты модели 4 позволяют сделать вывод о неоднородном эффекте различных инструментов поддержки. Статистически значимое и положительное влияние продемонстрировало только финансирование на возвратной основе (например, целевые льготные кредиты). Полученный коэффициент указывает, что при росте индекса неопределенности на один пункт, снижение рентабельности активов у компаний, получивших такой вид поддержки, оказывается на 0,019 пункта менее выраженным по сравнению с компаниями, не имевшими доступа к государственному финансированию. Эмпирически это подтверждает, что возвратное

финансирование выступает действенным буфером, частично компенсирующим негативное влияние турбулентности за счет предоставления компаниям целевых ликвидных ресурсов для оперативной адаптации.

Совместные эффекты рыночной неопределенности с такими мерами, как предоставление субсидий и грантов, а также гарантий и поручительств, оказались статистически незначимыми. Данный результат позволяет предположить, что прямое и немедленное смягчающее воздействие на зависимость «неопределенность — эффективность» в краткосрочном периоде характерно именно для инструментов заемного финансирования. Другие формы поддержки могут реализовывать свои функции через иные каналы (например, снижение постоянных издержек или улучшение условий доступа к кредитованию), что требует отдельного изучения в иных спецификациях моделей.

Таблица 4

Оценка влияния рыночной неопределенности на эффективность МСП с учетом видов финансовой поддержки, 2020–2024 гг.

Параметры	(4)	(5)	(6)
	Модель с включением видов финансовой поддержки	Модель с включением ВРП	Модель с включением временных эффектов
MU_{t-1}	–0,003* (0,002)	–0,002 (0,002)	—
$MU_{t-1} \cdot Fvo_{t-1}$	0,019* (0,011)	0,018* (0,011)	0,016 (0,011)
$MU_{t-1} \cdot Subgr_{t-1}$	–0,018 (0,012)	–0,017 (0,012)	–0,001 (0,012)
$MU_{t-1} \cdot Gp_{t-1}$	–0,009 (0,010)	–0,010 (0,010)	–0,003 (0,010)
SGR_{t-1}	0,033*** (0,004)	0,032*** (0,004)	0,032*** (0,004)
Lev_{t-1}	0,028*** (0,007)	0,027*** (0,007)	0,027*** (0,007)
Age_{t-1}	0,001* (0,001)	0,001 (0,001)	–0,004*** (0,001)
$Size_{t-1}$	–0,018*** (0,003)	–0,018*** (0,003)	–0,018*** (0,003)
Fvo_{t-1}	–0,024* (0,012)	–0,021* (0,012)	–0,019 (0,013)
$Subgr_{t-1}$	0,029* (0,016)	0,027* (0,016)	0,005 (0,017)
Gp_{t-1}	0,0005 (0,013)	0,001 (0,013)	–0,007 (0,013)
ΔGRP_{t-1}	—	0,021*** (0,005)	—
Наблюдения	16 785	16 785	16 785
Индивидуальные эффекты	Да	Да	Да
Временные эффекты	Нет	Нет	Да
R^2_{within}	0,015	0,016	0,017

Примечание: в круглых скобках представлены стандартные ошибки; * — $p < 0,1$, ** — $p < 0,05$; *** — $p < 0,01$; прочерки обозначают, что переменная не включена в модель.

Источник: расчеты авторов.

Результаты проверки устойчивости для модели с дифференциацией видов поддержки представлены в табл. 4 (модели 5 и 6).

Анализ показывает, что учет дополнительных факторов меняет статистическую картину, но подтверждает ключевой качественный вывод о роли возвратного финансирования. В модели 5, включающей темп роста ВРП для контроля региональной экономической динамики, влияние неопределенности теряет значимость, в то время как положительное и значимое совместное влияние неопределенности и возвратного финансирования сохраняется. Положительный коэффициент при ВРП указывает на важность общеэкономического контекста для эффективности МСП.

В модели 6 с временными фиксированными эффектами, нивелирующими влияние общенациональных шоков и трендов, коэффициент при совместном эффекте становится статистически незначимым. Это может свидетельствовать о том, что действенность данного инструмента поддержки в значительной степени связана с конкретными общестрановыми условиями или политическими мерами, характерными для отдельных периодов.

Заключение

В данном исследовании проведен анализ влияния рыночной неопределенности на эффективность малых и средних предприятий промышленных секторов России — добычи полезных ископаемых, обрабатывающих производств, энергетики и строительства — в период 2020–2024 гг. Полученные результаты подтверждают статистически значимое негативное воздействие рыночной неопределенности на эффективность МСП. Данный вывод находит подтверждение в теоретических рамках мотива предосторожности и теории реальных опционов и согласуется с результатами ряда современных эмпирических работ (Aprisma, Sudaryati, 2020; Chen, Lee, 2023; Frijns et al., 2023; Persakis, Iatridis, 2023; Liu et al., 2024; Wu, Chen, 2025).

Государственная поддержка служит основным фактором повышения эффективности малого и среднего бизнеса в периоды экономической нестабильности, позволяя адаптироваться к изменяющимся условиям и снижать негативные последствия рыночных шоков. Финансовая составляющая этой поддержки играет первостепенную роль в краткосрочной стабилизации. Исследование показывает, что различные финансовые инструменты обладают разной эффективностью, при этом целевые заемные средства на возвратной основе демонстрируют наиболее выраженный результат в поддержании деловой активности и ключевых показателей компаний в кризисных условиях.

Таким образом, фирмам следует учитывать волатильность рыночных факторов в своей деятельности. Интеграция анализа неопределенности в инвестиционные процессы для перехода от жестких долгосрочных бюджетов к гибкому, поэтапному финансированию проектов позволит сохранить стратегическую инвестиционную активность, минимизируя риски, и в последующем повысить эффективность. Для максимального повышения эффективности в данных условиях фирмам необходимо активнее интегрировать возможности государственной поддержки, особенно механизмы возвратного финансирования, в свои стратегии адаптации.

Основные ограничения работы обусловлены характером доступных данных. Использование агрегированного странового индекса неопределенности (RVI) не позволяет дифференцировать ее влияние на МСП в зависимости от региональной специфики, что может приводить к усреднению оценок. Кроме того, ограниченный временной ряд по государственной поддержке (с 2019 г.) не дает возможности в полной мере оценить эволюцию и долгосрочную результативность

данных мер, а также проанализировать их эффект в периоды, предшествовавшие современным кризисам. Данные факторы определяют направления для дальнейших исследований.

Дальнейшее развитие данного исследования может быть реализовано по трем ключевым направлениям. Первое предполагает углубленный анализ механизмов (каналов) трансмиссии влияния рыночной неопределенности на операционные и финансовые решения компаний, таких как корректировка инвестиционных программ, оптимизация структуры активов и изменение кредитной политики. Второе направление связано с верификацией устойчивости полученных результатов с использованием альтернативных прокси-переменных для измерения как эффективности бизнеса (например, рентабельность продаж, общая факторная производительность), так и уровня неопределенности (например, отраслевые индексы волатильности, показатели на основе текстового анализа медиаполя). Третье направление — переход к динамическим спецификациям моделей. Применение панельных моделей с распределенными лагами или методов обобщенного метода моментов (GMM) позволит оценить временную структуру воздействия неопределенности, учесть инерционность в изменении показателей эффективности и в большей степени контролировать проблему эндогенности.

Источники

Адаменко А. А., Хорольская Т. Е., Петров Д. В. Государственная поддержка как инструмент развития малого бизнеса // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13. № 3. С. 57–67.

Блохин А. А., Глухов К. В. Институциональные трансформации сектора МСП: приоритеты государственной поддержки // Мир новой экономики. 2024. № 18(1). С. 104–115.

Захарова К. А., Иванова Н. В. Региональные особенности государственной финансовой поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2023. Т. 14. № 4. С. 680–697.

Иванов О. Б., Бухвальд Е. М. План Правительства: от восстановления — к реальному подъему экономики // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2020. № 4. С. 7–23.

Индекс волатильности российского рынка // MOEX. 2025. URL: <https://www.moex.com/ru/index/RVI>.

Матяш И. В. Инвестиционная стратегия предприятия в условиях неустойчивой экономики: метод реальных опционов // Известия Алтайского государственного университета. 2015. № 2. С. 111–116.

Найденова Ю. Н., Шалаева Е. В. Неопределенность экономической политики в условиях санкционных ограничений: влияние на запас денежных средств российских фирм // Российский журнал менеджмента. 2022. № 20 (4). С. 482–497.

Павлюкевич Е. Д. Преодоление неопределенности: адаптивные стратегии для успеха стартапов ранних стадий развития на динамичных рынках // Управленческое консультирование. 2024. № 4. С. 172–181.

Черкасова В. А., Ведута Р. А. Геополитический фактор и эффективность инвестиционных решений российских компаний // Финансы и бизнес. 2024. Т. 20. № 3. С. 53–70.

Aprisma R., Sudaryati E. Environmental Uncertainty and Firm Performance: The Moderating Role of Corporate Governance // Jurnal Akuntansi. 2020. Vol. 24. Iss. 2. P. 187–203.

Auzzir Z., Haigh R., Amaratunga D. Impacts of disaster to SMEs in Malaysia // Procedia Engineering. 2018. Vol. 212. P. 1131–1138.

Bayar Y., Ceylan I. E. Impact of Macroeconomic Uncertainty on Firm Profitability: a Case of Bist Non-metallic Mineral Products Sector // Journal of Business, Economics and Finance. 2017. Vol. 6. Iss. 4. P. 318–327.

Bloom N. The Impact of Uncertainty Shocks // Econometrica. 2009. Vol. 77. Iss. 3. P. 623–685.

CBOE Volatility Index (VIX). Fusion Media Limited, 2025. URL: <https://ru.investing.com/indices/volatility-s-p-500-historical-data>.

- Chen S., Lee D. Small and Vulnerable: SME Productivity in the Great Productivity Slowdown // *Journal of Financial Economics*. 2023. Vol. 147. P. 49–74.
- Doan A.-T., Le A.-T., Tran Q. Economic Uncertainty, Ownership Structure and Small and Medium Enterprises Performance // *Australian Economic Papers*. 2020. Vol. 59. P. 102–137.
- Frijns B., Indriawan I., Tourani-Rad A., Zhang H. The Effect of Equity Market Uncertainty on Informational Efficiency: Cross-sectional Evidence // *Global Finance Journal*. 2023. Vol. 57. P. 1–20.
- Gomes L. A. V., Barros L. S. S. The Role of Governments in Uncertainty Orchestration in Market Formation for Sustainability Transitions // *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2022. Vol. 43. P. 127–145.
- Gulen H., Ion M. Policy Uncertainty and Corporate Investment // *Review of Financial Studies*. 2016. Vol. 29. Iss. 3. P. 523–564.
- Han S., Qiu J. Corporate Precautionary Cash Holding // *Journal of Corporate Finance*. 2007. Vol. 13. Iss. 1. P. 43–57.
- He F., Ma Y., Zhang X. How Does Economic Policy Uncertainty Affect Corporate Innovation? — Evidence from China listed companies // *International Review of Economics and Finance*. 2020. Vol. 67. P. 225–239.
- Islam M. M. SME Development, Inclusive Growth, and Poverty Alleviation in Bangladesh // *The Bangladesh Development Studies*. 2020. Vol. 43. P. 109–126.
- Jayeola O., Sidek S., Sanyal S., Hasan S. I., An N. B., Ajibade S.-S. M., Phan T. T. H. Government Financial Support and Financial Performance of SMEs: A Dual Sequential Mediator Approach // *Heliyon*. 2022. Vol. 8. Iss. 11. P. 1–11.
- Liu X., Pan S., Li S., Yang X., Huang C. Unraveling the Causal Impact: Oil Price Uncertainty on Firms' Productivity in China // *Resources Policy*. 2024. Vol. 96. P. 1–13.
- Persakis A., Iatridis G. E. How Economic Uncertainty Influences the Performance of Investor Perceptions and Behavior // *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*. 2023. Vol. 51. P. 1–30.
- PPP Regulatory Guidelines Collection. Vol. I. EBRD, 2024.
- Sharfaei S., Ong J. W., Ojo A. O. The Impact of Market Uncertainty on International SME Performance // *Cogent Business & Management*. 2023. Vol. 10. Iss. 1. P. 1–14.
- Su X., Zhou S., Xue R., Tian J. Does Economic Policy Uncertainty Raise Corporate Precautionary Cash Holdings? Evidence from China // *Accounting and Finance*. 2020. Vol. 60. Iss. 5. P. 4567–4592.
- Su Z. F., Xie E., Peng J. Impacts of Environmental Uncertainty and Firm's Capabilities on R&D Investment: Evidence from China // *Innovation, Organization and Management*. 2010. Vol. 12. P. 269–282.
- Wu Z., Chen L. Does Oil price Uncertainty Affect Corporate Total Factor Productivity? Evidence from China // *North American Journal of Economics and Finance*. 2025. Vol. 75. P. 1–16.
- Zhang C., Yang C., Liu C. Economic Policy Uncertainty and Corporate Risk-taking: Loss Aversion or Opportunity Expectations // *Pacific-Basin Finance Journal*. 2021. Vol. 69. P. 1–12.

References

- Adamenko A. A., Khorol'skaya T. E., Petrov D. V. Gosudarstvennaya podderzhka kak instrument razvitiya malogo biznesa [State support as a tool for small business development]. *Nauchno-Tekhnicheskie Vedomosti SPB-GPU. Ehkonomicheskie Nauki* [Scientific and Technical Statements of SPbSPU. Economic Sciences], 2020, vol. 13, iss. 3, pp. 57–67. (In Russian)
- Aprisma R., Sudaryati E. Environmental Uncertainty and Firm Performance: The Moderating Role of Corporate Governance. *Jurnal Akuntansi*, 2020, vol. 24, iss. 2, pp. 187–203.
- Auzzir Z., Haigh R., Amaratunga D. Impacts of disaster to SMEs in Malaysia. *Procedia Engineering*, 2018, vol. 212, pp. 1131–1138.
- Bayar Y., Ceylan I. E. Impact of macroeconomic uncertainty on firm profitability: a case of bist non-metallic mineral products sector. *Journal of Business, Economics and Finance*, 2017, vol. 6, iss. 4, pp. 318–327.
- Blokhin A. A., Glukhov K. V. Institucional'nye transformacii sektora MSP: priority gosudarstvennoj podderzhki [Institutional Transformations of the SME Sector: Priorities of State Support]. *Mir Novoj Ehkonomiki* [The World of the New Economy], 2024, vol. 18, iss. 1, pp. 104–115. (In Russian)
- Bloom N. The impact of uncertainty shocks. *Econometrica*, 2009, vol. 77, iss. 3, pp. 623–685.
- CBOE Volatility Index (VIX). Fusion Media Limited, 2025. Available at: <https://ru.investing.com/indices/volatility-s-p-500-historical-data>. (In Russian)
- Chen S., Lee D. Small and vulnerable: SME productivity in the great productivity slowdown. *Journal of Financial Economics*, 2023, vol. 147, pp. 49–74.

- Cherkasova V. A., Veduta R. A. Geopoliticheskiy faktor i effektivnost' investicionnykh reshenij Rossijskikh kompanij [Geopolitical factor and the effectiveness of investment decisions of Russian companies]. *Finansy i Biznes [Finance and Business]*, 2024, vol. 20, iss. 3, pp. 53–70. (In Russian)
- Doan A.-T., Le A.-T., Tran Q. Economic uncertainty, ownership structure and small and medium enterprises performance. *Australian Economic Papers*, 2020, vol. 59, pp. 102–137.
- Frijns B., Indriawan I., Tourani-Rad A., Zhang H. The effect of equity market uncertainty on informational efficiency: Cross-sectional evidence. *Global Finance Journal*, 2023, vol. 57, pp. 1–20.
- Gomes L. A. V., Barros L. S. S. The role of governments in uncertainty orchestration in market formation for sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2022, vol. 43, pp. 127–145.
- Gulen H., Ion M. Policy uncertainty and corporate investment. *Review of Financial Studies*, 2016, vol. 29, iss. 3, pp. 523–564.
- Han S., Qiu J. Corporate precautionary cash holding. *Journal of Corporate Finance*, 2007, vol. 13, iss. 1, pp. 43–57.
- He F., Ma Y., Zhang X. How does economic policy uncertainty affect corporate Innovation? — Evidence from China listed companies. *International Review of Economics and Finance*, 2020, vol. 67, pp. 225–239.
- Indeks volatil'nosti Rossijskogo rynka [The Volatility Index of the Russian Market]. MOEX [MOEX], 2025. Available at: <https://www.moex.com/ru/index/RVI>. (In Russian)
- Islam M. M. SME Development, Inclusive Growth, and Poverty Alleviation in Bangladesh. *The Bangladesh Development Studies*, 2020, vol. 43, pp. 109–126.
- Ivanov O. B., Bukhval'd E. M. Plan Pravitel'stva: ot vosstanovleniya — k real'nomu pod'emnomu ehkonomiki [The Government's Plan: From Recovery to Real Economic Recovery]. *EHTAP: ehkonomicheskaya teoriya, analiz, praktika [ETAPE: Economic Theory, Analysis, Practice]*, 2020, N 4, pp. 7–23. (In Russian)
- Jayeola O., Sidek S., Sanyal S., Hasan S. I., An N. B., Ajibade S.-S. M., Phan T. T. H. Government financial support and financial performance of SMEs: A dual sequential mediator approach. *Heliyon*, 2022, vol. 8, iss. 11, pp. 1–11.
- Liu X., Pan S., Li S., Yang X., Huang C. Unraveling the causal impact: Oil price uncertainty on firms' productivity in China. *Resources Policy*, 2024, vol. 96, pp. 1–13.
- Matyash I. V. Investicionnaya strategiya predpriyatiya v usloviyakh neustojchivoj ehkonomiki: metod real'nykh opcionov [Investment Strategy of an Enterprise in an Unstable Economy: The Real Options Method]. *Izvestiya Altajskogo Gosudarstvennogo Universiteta [Bulletin of the Altai State University]*, 2015, N 2, pp. 111–116. (In Russian)
- Najdenova Y. N., Shalaeva E. V. Neopredelennost' ehkonomicheskoy politiki v usloviyakh sankcionnykh ogranichenij: vliyaniye na zapas denezhnykh sredstv Rossijskikh firm [Uncertainty of Economic Policy in the Context of Sanction Restrictions: Impact on the Cash Stock of Russian Firms]. *Rossiyskij Zhurnal Menedzhmenta [Russian Management Journal]*, 2022, vol. 20, iss. 4, pp. 482–497. (In Russian)
- Pavlyukevich E. D. Preodolenie neopredelennosti: adaptivnye strategii dlya uspekha startapov rannikh stadij razvitiya na dinamichnykh rynkakh [Overcoming uncertainty: adaptive strategies for the success of early-stage startups in dynamic markets]. *Upravlencheskoe Konsul'tirovanie [Management Consulting]*, 2024, N 4, pp. 172–181. (In Russian)
- Persakis A., Iatridis G. E. How economic uncertainty influences the performance of investor perceptions and behavior. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*, 2023, vol. 51, pp. 1–30.
- Sharfaei S., Ong J. W., Ojo A. O. The impact of market uncertainty on international SME performance. *Cogent Business & Management*, 2023, vol. 10, iss. 1, pp. 1–14.
- Su X., Zhou S., Xue R., Tian J. Does economic policy uncertainty raise corporate precautionary cash holdings? Evidence from China. *Accounting and Finance*, 2020, vol. 60, iss. 5, pp. 4567–4592.
- Su Z. F., Xie E., Peng J. Impacts of environmental uncertainty and firm's capabilities on R&D investment: evidence from China. *Innovation, Organization and Management*, 2010, vol. 12, pp. 269–282.
- Wu Z., Chen L. Does oil price uncertainty affect corporate total factor productivity? Evidence from China. *North American Journal of Economics and Finance*, 2025, vol. 75, pp. 1–16.
- Zakharova K. A., Ivanova N. V. Regional'nye osobennosti gosudarstvennoj finansovoj podderzhki sub'ektov malogo i srednego predprinimatel'stva [Regional features of state financial support for small and medium-sized businesses]. *MIR (Modernizaciya. Innovacii. Razvitie) [MIR (Modernization. Innovation. Development)]*, 2023, vol. 14, iss. 4, pp. 680–697. (In Russian)
- Zhang C., Yang C., Liu C. Economic policy uncertainty and corporate risk-taking: Loss aversion or opportunity expectations. *Pacific-Basin Finance Journal*, 2021, vol. 69, pp. 1–12.

Статья поступила в редакцию 31 января 2026 г.

Статья рекомендована в печать 10 июля 2026 г.

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

М. Ю. Архипова

докт. экон. наук, профессор Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

М. П. Кузнецова

стажер НУЛ измерения благосостояния Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ ИНКЛЮЗИВНОСТИ ЗАЕМЩИКОВ С ОГРАНИЧЕННОЙ КРЕДИТНОЙ ИСТОРИЕЙ: КОМПРОМИСС МЕЖДУ ТОЧНОСТЬЮ, ИНТЕРПРЕТИРУЕМОСТЬЮ И АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ СПРАВЕДЛИВОСТЬЮ

Введение

Глобальная повестка финансовой инклюзии сталкивается с фундаментальным противоречием. Доступ к кредитам рассматривается как необходимое условие экономического участия и сокращения неравенства: по данным Всемирного банка, около 1,4 млрд взрослых людей в мире остаются вне формальных финансовых услуг, что ограничивает их возможности инвестировать в образование, жилье и предпринимательство (World Bank, 2014; World Bank, 2022). Глобальный рынок потребительского кредитования оценивается более чем в 10 трлн долл. США, однако в развивающихся экономиках до 60% взрослого населения остаются за рамками традиционных кредитных процессов именно из-за неполноты или отсутствия кредитных досье. Для финансовых институтов это означает не только упущенную выгоду в виде недополученных процентных доходов, но и повышенные операционные издержки, связанные с вынужденными ручными проверками или, напротив, с потерями от дефолтов, которые не смогла предсказать устаревшая модель.

Значительная часть экономически активного населения оказывается ущемленной иным образом: традиционные скоринговые системы, опирающиеся на данные кредитных бюро, не способны адекватно оценить риски заемщиков с ограниченной или отсутствующей кредитной историей. В развивающихся экономиках доля таких заемщиков достигает 40–60% взрослого населения, в США — 15–20% (TransUnion, 2022; Consumer Financial Protection Bureau, 2015). Как точно описали Turner et al. (2006), отсутствие кредитной истории фактически превращается в «ловушку исключения»: без кредита невозможно сформировать историю, а без истории — получить кредит. Это миллионы людей, которые лишены возможности получить кредит на жилье, образование или открытие бизнеса не потому, что они ненадежны, а потому, что о них нет данных в узком бюро-ориентированном смысле. Таким образом, неспособность системы «видеть» и адекватно оценивать риски значительной доли экономически активного населения превращается из частной проблемы отдельных заемщиков в системный ограничитель роста всего кредитного рынка.

Мы ставим перед собой задачу найти справедливое и эффективное решение для этой группы. Наша цель — не просто повысить точность прогнозов, а сместить фокус кредитных организаций с автоматического отказа на ответственное включение. Для этого необходимо ответить на три ключевых вопроса. Во-первых,

какой из современных алгоритмов машинного обучения лучше всего предсказывает дефолт именно для заемщиков с тонкой или нулевой историей? Во-вторых, какова «цена» высокой точности с точки зрения прозрачности модели и риска дискриминации по полу и возрасту? В-третьих, можно ли с помощью методов коррекции смягчить этот трехсторонний компромисс, сохранив точность? Ответы на эти вопросы имеют как теоретическое, так и прикладное измерение: для кредитных организаций — это снижение рисков и расширение клиентской базы, для регуляторов и разработчиков — формирование основы для стандартов ответственного ИИ в финансовом секторе.

Обзор литературы

Традиционные модели кредитного скоринга, восходящие к классической работе Дюррана (Durand, 1941) и позднее реализованные в виде моделей логистической регрессии, строятся на ретроспективном анализе данных кредитных бюро о ранее выданных кредитах, просрочках и текущей задолженности. Такой подход эффективен для заемщиков с длительной кредитной историей (full-file), но систематически дает сбой для двух категорий: no-file заемщиков, полностью отсутствующих в базах кредитных бюро, и thin-file заемщиков, чья история слишком коротка для статистически значимой оценки риска. Barron и Staten (2003) показали, что даже незначительное расширение глубины кредитной истории существенно повышает предсказательную способность скоринговых моделей — а значит, ее отсутствие закономерно ведет либо к необоснованным отказам, либо к завышенным премиям за риск для тонких и нулевых сегментов. Масштаб проблемы дополнительно подчеркивается данными Policy & Economic Research Council (2012): расширение доступа к кредиту для заемщиков без кредитной истории за счет использования альтернативных источников данных может существенно сократить разрыв в финансовой доступности не только для отдельных домохозяйств, но и для целых социальных групп.

Чтобы понять, какие решения уже существуют для преодоления этого противоречия, мы обратились к трем ключевым направлениям исследований. Первое направление — использование альтернативных данных (цифровых следов, транзакций, поведенческих переменных) как замены или дополнения бюро-данных. Пионерные работы (Berg et al., 2020) и (Jagtiani, Lemieux, 2018) доказали, что такие данные позволяют предсказывать дефолт с точностью, сопоставимой с бюро-данными, а для клиентов без истории — даже превосходить ее. В работе (Berg et al., 2020), анализируя данные немецкого интернет-магазина, показали, что даже простые переменные цифрового следа — тип устройства, операционная система, почтовый провайдер, время покупки, ошибки при заполнении форм — предсказывают дефолт не хуже отчета кредитного бюро, причем для клиентов без истории качество модели на цифровом следе оказывается даже выше: авторы интерпретируют эти переменные как прокси экономического статуса, самоконтроля и репутации заемщика. В работе (Jagtiani, Lemieux, 2018) подтвердили ценность транзакционных данных и данных операторов связи в финтех-кредитовании, показав, что их включение существенно расширяет охват ранее «невидимых» заемщиков. Вместе с тем необходимо учитывать ограничение, на которое указывает классический тезис Лукаса (Lucas, 1976): если заемщики узнают, какие поведенческие паттерны повышают их кредитный рейтинг, они могут начать имитировать «хорошее» поведение, что со временем снизит предсказательную силу альтернативных моделей. Эти исследования открыли дверь для инклюзии, но оставили открытым вопрос: какой именно алгоритм лучше всего извлекает сигнал из этих данных для интересующего нас сегмента заемщиков?

Второе направление — сравнительный анализ ML-алгоритмов. Масштабный бенчмарк (Lessmann et al., 2015), опиравшийся на алгоритмы, включая ставший фундаментальным случайный лес (Breiman, 2001), зафиксировал систематическое преимущество ансамблевых методов перед логистической регрессией по метрике AUC-ROC. Технические основы реализации в нашем исследовании на уровне конкретных инструментов — от построения моделей до прикладных аспектов работы с несбалансированными данными — опираются на аппарат, систематизированный в учебной и методической литературе (Богатырев и др., 2024; Мхитарян и др., 2025). Однако критическим для нашего исследования ограничением бенчмарка (Lessmann et al., 2015) выступает состав анализируемых выборок: они включали почти исключительно заемщиков с развитой кредитной историей, а подгруппы *thin-file* и *no-file* были представлены слишком малым числом наблюдений для надежных выводов. Остается неясным: сохраняется ли преимущество сложных моделей именно тогда, когда традиционные бюро-признаки почти отсутствуют?

Третье направление — объяснимый искусственный интеллект в финансах. Фреймворк (Bracke et al., 2019), построенный на SHAP-значениях (Lundberg, Lee, 2017) и стресс-тестировании, показал, что хотя градиентный бустинг дает более высокий AUC, чем логистическая регрессия, его внутренняя логика оказывается менее устойчивой при сдвиге распределения данных. Авторы (Goodman, Flaxman, 2017) обосновали регуляторную востребованность XAI-методов в контексте «права на объяснение», имплицитно вытекающего из GDPR и FCRA. Однако проблема алгоритмической справедливости в этих работах лишь обозначена, а не интегрирована в систему метрик. Авторы (Hardt et al., 2016) предложили формальный аппарат метрик равных шансов, который, однако, в кредитном скоринге для целевого сегмента тонких и нулевых заемщиков ранее системно не применялся.

Таким образом, каждое из трех направлений внесло существенный вклад: (Berg et al., 2020; Jagtiani, Lemieux, 2018) доказали ценность альтернативных данных и указали на их потенциал для охвата «невидимых» заемщиков; (Turner et al., 2006) концептуально описали ловушку исключения, из которой альтернативные данные могут помочь выйти; (Policy & Economic Research Council, 2012) и (World Bank, 2014) обосновали масштаб и социально-экономическую значимость проблемы; (Lessmann et al., 2015) установили превосходство ансамблевых методов в кредитном скоринге; (Bracke et al., 2019) — применимость XAI к финансовым «черным ящикам»; (Hardt et al., 2016) — формальный аппарат оценки справедливости. Однако научное сообщество накопило эти мощные инструменты, применяя их по отдельности и преимущественно на общей популяции заемщиков. Комплексного исследования, которое на одном массиве данных для сегмента заемщиков с ограниченной кредитной историей одновременно оценило бы точность, интерпретируемость и справедливость, до сих пор не было. Именно этот пробел мы заполняем.

Методика исследования

Эмпирической основой исследования выступил публичный набор данных «Home Credit Default Risk», размещенный на платформе Kaggle (Home Credit, 2018). Датасет отражает портфель потребительских кредитов компании Home Credit в Казахстане, сформированный в период с 2005 по 2018 г. Выбор именно этого источника обусловлен следующими факторами. Во-первых, Казахстанский рынок характеризуется значительной долей заемщиков с ограниченной кредитной историей, что делает его репрезентативным для задач исследования финансовой инклюзии и непосредственно отвечает цели настоящего исследования. Помимо этого, охват длительного временного интервала позволяет учесть различные фазы

экономического цикла развивающейся экономики, что повышает внешнюю валидность полученных результатов.

Обучающая выборка включает 307 511 записей и более 120 исходных признаков; целевая переменная TARGET фиксирует дефолт как просрочку платежа более чем на 90 дней (доля дефолтов 8,07%). Сильная несбалансированность классов требует применения специальных метрик и методов работы с дисбалансом, что подробно рассматривается в современной методической литературе по машинному обучению в финансах (Богатырев и др., 2024).

Ключевым методологическим шагом, определяющим фокус исследования, стала операционализация понятий «thin-file» и «no-file» заемщиков. Мы операционализировали эти понятия, применив следующие критерии (табл. 1).

Таблица 1

Критерии выделения групп

Группа	Критерии
no-file	Полное отсутствие записей в bureau.csv
thin-file	Ровно одна запись в бюро ИЛИ (безработный/пенсионер и нет предыдущих продуктов) ИЛИ (короткая история POS <6 мес. и нет предыдущих заявок)
full-file	Все остальные

Источник: составлено авторами.

Выбор пороговых значений для отнесения заемщика к категории thin-file основан на сочетании трех факторов: (1) регуляторных и отраслевых стандартов оценки «достаточности» кредитной истории; (2) эмпирической проверки распределения ключевых признаков в используемом датасете; (3) содержательной интерпретации каждого из условий как прокси отсутствия «наблюдаемого» платежного поведения.

Первый критерий — ровно одна запись в бюро. В международной практике кредитного скоринга порог в одну-две записи в кредитном бюро часто рассматривается как граница, за которой построение статистически надежного скорингового балла становится невозможным. Так, FICO требует для оценки скорингового балла наличия как минимум одного счета, открытого не менее шести месяцев, и обновления данных за последние полгода. Equifax классифицирует как thin-file потребителей с четырьмя и менее счетами в кредитной истории. В условиях казахстанского рынка, где проникновение кредитных бюро ниже, чем в США, мы сознательно ужесточили критерий до одной записи, чтобы максимально чисто выделить сегмент заемщиков с заведомо недостаточной для традиционного скоринга историей.

Второй критерий — статус «безработный/пенсионер» в сочетании с отсутствием предыдущих продуктов Home Credit. Этот критерий введен для захвата заемщиков, которые формально присутствуют в системе, но не оставили наблюдаемого кредитного следа ни во внешнем бюро, ни во внутренней истории Home Credit. Для таких клиентов единственным источником информации о платежеспособности остаются демографические и анкетные переменные, что делает их поведенчески неотличимыми от no-file с точки зрения доступных модели сигналов. Включение безработных и пенсионеров в эту группу обосновано тем, что их доходная структура принципиально отличается от работающих, а отсутствие кредитной активности в прошлом делает традиционные бюро-признаки недоступными. Альтернативный вариант — не выделять их в отдельную подгруппу, а оставить в full-file — был отвергнут, поскольку разрыв в уровне дефолта между этой подгруппой и остальными свидетельствует о системных различиях в риск-профиле.

Третий критерий — короткая история POS-кредитов и отсутствие предыдущих заявок. Порог в 6 месяцев выбран по двум причинам. Во-первых, он соответствует минимальному сроку, требуемому FICO для формирования скорингового балла, и широко используется в литературе как индикатор «недостаточной» истории наблюдений. Во-вторых, анализ распределения длительности POS-кредитов в датасете показал, что медианная продолжительность отношений с банком для заемщиков с дефолтом составляет 8 месяцев, а для добросовестных — 14 месяцев. Порог в 6 месяцев отсекает нижний квартиль распределения, где волатильность платежного поведения максимальна, а предсказательная сила традиционных признаков минимальна.

Применение этих критериев дало следующее распределение: full-file — 62,4% (227 126 чел.), thin-file — 23,3% (36 365 чел.), no-file — 14,3% (44 020 чел.). Суммарно заемщики с ограниченной или отсутствующей историей составляют 37,6% — более трети выборки. Сопоставление социально-демографических характеристик показывает, что заемщики thin-file и no-file в среднем моложе (38,7 и 35,1 года против 44,2 года у full-file), реже имеют высшее образование (18,9% и 15,6% против 27,3%) и значительно реже обращались за кредитами ранее. Уровень дефолта в этих группах заметно выше: 8,60% у thin-file и 10,12% у no-file против 7,59% у full-file (рис. 1). Это подтверждает: проблема носит не социально-декларативный, а экономически измеримый характер. Традиционные модели, обученные преимущественно на full-file заемщиках, склонны либо недооценивать риск в «тонких» сегментах, либо вовсе отказывать им, не имея надежных предикторов.

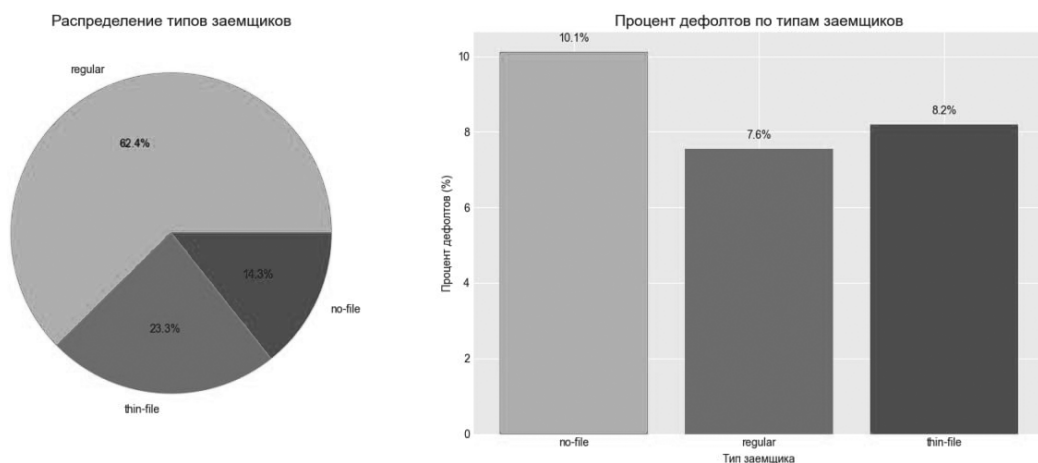


Рис. 1. Распределение типов заемщиков и процент их дефолта

Источник: составлено авторами по данным Kaggle.

Комплексная предобработка данных включала несколько этапов. Пропущенные значения в числовых признаках, представляющих собой счетчики или суммы, заполнялись нулями, для остальных числовых переменных использовалась медиана. Категориальные признаки приводились к строковому типу, пропуски заменялись специальной меткой «MISSING», после чего применялось целочисленное кодирование с помощью LabelEncoder. Для приведения всех признаков к единому масштабу использовалась стандартизация — инструментарий, стандартный в задачах статистического анализа данных (Соловьев, 2025; Мхитарян и др., 2025). На основе связанных таблиц с историей платежей, заявок и остатков по предыдущим продуктам Home Credit был проведен инжиниринг признаков: построены агрегированные переменные — доли просрочек, средние суммы платежей, отношения оплаченных

сумм к начисленным, количество ранее поданных заявок и доля одобренных среди них. Подходы к статистическому описанию полученных распределений, включая анализ асимметрии и выброс по межквартильному размаху, реализованы в соответствии с методами, описанными в (Салин, Чурилова, 2019).

В итоговый набор вошли 152 переменные, сгруппированные в семь содержательных блоков. Первый блок — социально-демографические и анкетные данные заемщика: возраст, пол, уровень образования, семейное положение, тип занятости, наличие недвижимости и автомобиля. Для thin-file и no-file заемщиков эти переменные приобретают особое значение, компенсируя отсутствие традиционной кредитной биографии. Второй блок — параметры текущей кредитной заявки: сумма кредита, величина аннуитетного платежа, стоимость приобретаемого товара. Третий блок — данные из внешнего кредитного бюро: количество предыдущих кредитов, максимальная и текущая просрочки, общая сумма задолженности. Для группы no-file этот блок полностью отсутствует, для thin-file — крайне ограничен, что делает его одновременно предиктором и маркером глубины кредитной истории. Четвертый блок — внешние скоринговые баллы от сторонних организаций, которые могут служить прокси экономического статуса и надежности заемщика без полной кредитной истории. Пятый блок — история предыдущих заявок в Home Credit. Шестой блок — показатели платежной дисциплины по прошлым продуктам Home Credit. Седьмой блок — мета-информация о заявке и региональные характеристики. Такая структура признаков обоснована выводами Berg et al. (2020) о ценности поведенческих и мета-данных для «невидимых» клиентов.

Для сравнительного анализа отобрали шесть алгоритмов, покрывающих континуум от полностью интерпретируемых до сложных «черных ящиков»: логистическую регрессию (бенчмарк; традиционно применяемый в эконометрических исследованиях кредитного риска (Новиков, 2020; Костюнин, 2025)), случайный лес (Breiman, 2001), XGBoost с оптимизацией гиперпараметров (Chen, Guestrin, 2016), LightGBM, CatBoost и стекинг — мета-ансамбль на основе логистической регрессии поверх предсказаний остальных моделей. Все модели обучались с учетом сильного дисбаланса классов: логистическая регрессия и случайный лес, для бустинговых алгоритмов задавался параметр, пропорциональный отношению числа добросовестных заемщиков к числу дефолтов. Для настройки гиперпараметров XGBoost применялась процедура GridSearchCV. Финальная оценка всех моделей проводилась на отложенной валидационной выборке при стратификации по целевой переменной.

Оценку качества в условиях дисбаланса классов проводили по AUC-ROC и F1-score — метрикам, ставшим стандартом де-факто в сравнительных исследованиях кредитного скоринга (Lessmann et al., 2015). Устойчивость проверяли через сравнение показателей на подгруппах full-file, thin-file и no-file, а также с помощью adversarial validation (Bracke et al., 2019). Интерпретируемость обеспечивали SHAP (Lundberg, Lee, 2017) и LIME (Ribeiro et al., 2016); применение обоих методов в финансовых приложениях соответствует регуляторной логике «права на объяснение» (Goodman, Flaxman, 2017). Справедливость измеряли двумя метриками (Hardt et al., 2016): Demographic Parity Difference (DPD) — разницей долей положительных предсказаний между защищенными группами, и Equalized Odds Difference (EOD) — максимальной разницей в показателях ложноположительных и ложноотрицательных срабатываний. Пороговым значением для обеих метрик принят уровень 0,1 — распространенный ориентир в литературе по алгоритмической справедливости (Naeem, 2026), превышение которого рассматривается как индикатор существенного дисбаланса в прогнозах между группами. Выбор данного порога не является строго нормативно закрепленным, но позволяет

унифицировать оценку смещения и проводить сопоставимые сравнения между моделями.

Для обеспечения статистической обоснованности выводов о превосходстве одних алгоритмов над другими мы применили два взаимодополняющих подхода. Во-первых, для каждой модели были построены 95% доверительные интервалы для AUC-ROC с использованием бутстрапа. Во-вторых, проведено попарное сравнение кривых ROC с помощью непараметрического теста ДеЛонга (DeLong et al., 1988), реализованного в виде попарного сравнения площадей под ROC-кривыми. Тест ДеЛонга оценивает статистическую значимость различий между AUC двух классификаторов, построенных на одной и той же выборке, и является стандартом в сравнительных исследованиях кредитного скоринга. Такой подход позволяет не только констатировать различия, но и количественно оценить вероятность того, что наблюдаемое превосходство одного алгоритма над другим не является случайным. Методический аппарат статистической обработки соответствует общепринятым в эконометрике и анализе данных подходам (Мхитарян и др., 2025; Соловьев, 2025; Салин, Чурилова, 2019).

Полученные результаты и их обсуждение

Обучение и валидация шести алгоритмов в разрезе трех сегментов заемщиков дали результаты, представленные в табл. 2. Наибольший ROC-AUC на всей валидационной выборке демонстрирует стекинг (0,7752), за ним следуют XGBoost (0,7736), LightGBM (0,7728) и CatBoost (0,7674). Логистическая регрессия с AUC = 0,7633 уступает лидерам, однако остается конкурентной — это свидетельствует о сильной линейной составляющей в альтернативных данных, что согласуется с методологическими наблюдениями о высокой объясняющей силе линейных моделей в задачах кредитного скоринга (Новиков, 2020; Костюнин, 2025).

Таблица 2

Показатели точности моделей в разрезе групп заемщиков

Модель	Группа	ROCAUC	F1	95% ДИ для AUC
Логистическая регрессия	fullfile	0,7633	0,2632	0,7511–0,7646 (общий)
	thinfile	0,7506	0,2774	—
	nofile	0,7284	0,2668	—
XGBoost (оптимизир.)	fullfile	0,7736	0,2832	0,7679–0,7835
	thinfile	0,7725	0,3021	0,7526–0,7882
	nofile	0,7504	0,2931	0,7379–0,7693
LightGBM	fullfile	0,7728	0,2816	0,7672–0,7833
	thinfile	0,7715	0,2984	0,7469–0,7871
	nofile	0,7489	0,2912	0,7385–0,7714
CatBoost	fullfile	0,7674	0,2772	0,7633–0,7793
	thinfile	0,7695	0,2941	0,7429–0,7815
	nofile	0,7447	0,2854	0,7256–0,7598
Стекинг	fullfile	0,7752	0,2815	0,7695–0,7860
	thinfile	0,7719	0,2998	0,7511–0,7898
	nofile	0,7497	0,2923	0,7402–0,7711

Источник: составлено авторами по данным Kaggle.

Ключевой результат, принципиально меняющий фокус дискуссии о финансовой инклюзии: на группе thin-file оптимизированный XGBoost достигает $AUC = 0,7725$ — практически идентичного показателю для full-file (0,7736), а значение F1 у thin-file (0,3021) даже превышает аналогичный показатель для full-file (0,2832). Это означает, что сложная модель за счет нелинейных взаимодействий и альтернативных данных способна предсказывать дефолты среди заемщиков с ограниченной историей не хуже, а по отдельным метрикам — лучше, чем для стандартных клиентов. Полученный результат является прямым эмпирическим подтверждением и расширением на целевой сегмент вывода (Lessmann et al., 2015) о превосходстве ансамблевых методов.

Статистический анализ с использованием бутстраповских доверительных интервалов и теста ДеЛонга подтверждает, что наблюдаемые различия не являются случайными. Тест ДеЛонга зафиксировал статистически значимое превосходство XGBoost над логистической регрессией ($p\text{-value} < 0,001$), стекинга над логистической регрессией ($p < 0,001$), а также значимое, хотя и менее выраженное, превосходство оптимизированного XGBoost над базовой версией ($p = 0,0089$). На сегменте thin-file XGBoost значимо превосходит как CatBoost ($p < 0,001$), так и LightGBM ($p = 0,0134$). При этом разница между XGBoost и стекингом на thin-file оказалась статистически незначимой ($p = 0,8064$), что указывает на эквивалентность этих двух сложных ансамблей для целевой группы. Таким образом, преимущество сложных градиентных ансамблей перед простыми линейными моделями является статистически доказанным и сохраняется в интересующих нас сегментах «тонкой» и «нулевой» истории. Более того, сравнение XGBoost на thin-file с тем же алгоритмом на full-file не выявило статистически значимого падения качества, что подтверждает ключевой тезис о достижимости паритета точности для заемщиков с ограниченной историей при использовании современных ML-алгоритмов.

На группе no-file разрыв с full-file минимален: AUC XGBoost составляет 0,7504, что лишь на 0,023 ниже показателя для full-file. Логистическая регрессия в этой группе падает значительно сильнее — до 0,7284, тогда как ансамблевые модели демонстрируют большую устойчивость к отсутствию бюро-данных. Таким образом, градиентный бустинг частично компенсирует отсутствие традиционной кредитной истории за счет нелинейной обработки альтернативных источников.

Adversarial validation (Bracke et al., 2019) подтвердила корректность разбиения на обучающую и валидационную выборки: AUC вспомогательного классификатора оказался близок к 0,5, что свидетельствует о статистической неразличимости выборок. Эксперимент с полным исключением всех бюро-признаков показал принципиальный результат: XGBoost на одних альтернативных данных дает $AUC = 0,7276$ — лишь на 0,044 ниже полной модели, — а для группы no-file — 0,7414. Таким образом, альтернативные данные выступают не вспомогательным, а основным носителем информации о кредитоспособности для «невидимых» заемщиков. Этот вывод является прямым эмпирическим расширением результатов (Berg et al., 2020) и (Jagtiani, Lemieux, 2018) на сегмент thin-file/no-file в реальном банковском портфеле.

Анализ интерпретируемости с помощью SHAP (Lundberg, Lee, 2017) для ведущей по точности модели (XGBoost) выявил важные содержательные закономерности. На всей выборке ключевыми предикторами дефолта являются внешние скоринговые баллы, сумма кредита и возраст заемщика. Однако при переходе к группе no-file структура значимости признаков меняется кардинально: модель полностью переключается на демографические переменные, поведенческие мета-данные

и региональные характеристики, компенсируя отсутствие бюро-информации (рис. 2). Это наглядно демонстрирует, что «черный ящик» не просто игнорирует отсутствующие бюро-признаки, а адаптивно перестраивает структуру весов, извлекая сигнал из доступных источников. Применение LIME (Ribeiro et al., 2016) в качестве дополняющего метода подтвердило локальные SHAP-объяснения: для конкретных по-file заемщиков оба метода указывали на схожий набор ключевых факторов, что повышает достоверность интерпретаций.

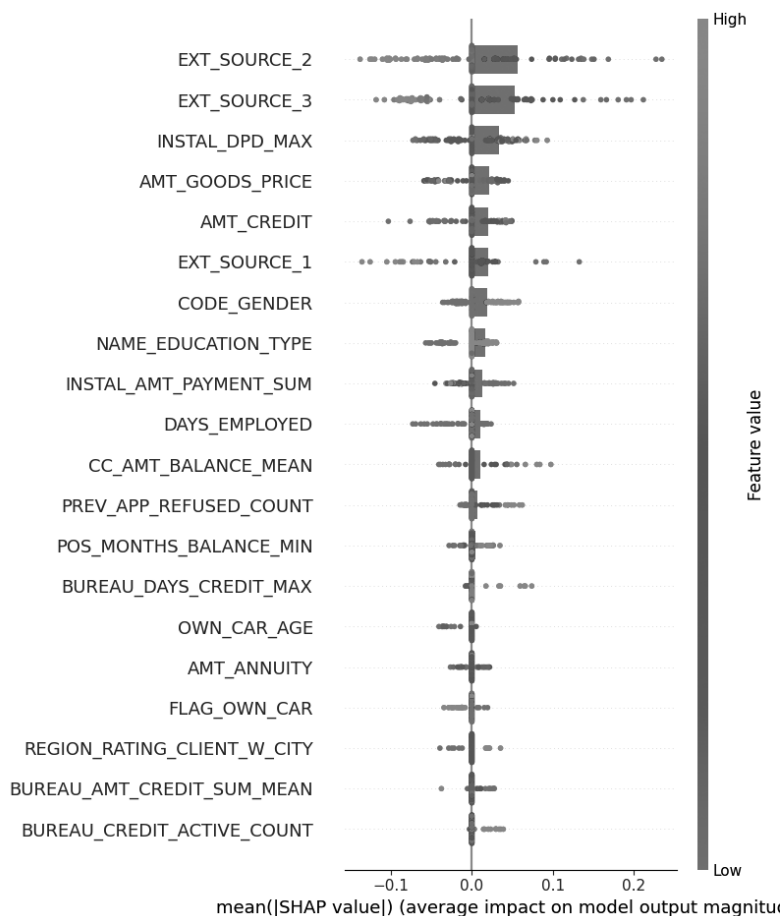


Рис. 2. Важность признаков для категории po-file с помощью SHAP

Источник: составлено авторами по данным Kaggle.

Кластеризация SHAP-векторов (методология Bracke et al., 2019) позволила выявить три однородные группы заемщиков со схожей логикой принятия решения моделью. Первый кластер — «оцениваемые по внешним скорингам»: заемщики, для которых основным сигналом служат EXT_SOURCE, что типично для thin-file с хотя бы частичным присутствием в бюро. Второй кластер — «оцениваемые по поведению»: po-file заемщики, у которых ключевую роль играют мета-признаки заявки и региональные переменные. Третий кластер — «оцениваемые по долговой нагрузке»: full-file заемщики, для которых критичны соотношение аннуитета к доходу и история просрочек. Такая кластеризация переводит непрозрачность алгоритма в ограниченное число интерпретируемых «сценариев риска», соответствуя регуляторному запросу на мотивированное объяснение кредитного решения (Goodman, Flaxman, 2017).

Аудит справедливости, проведенный по методологии Hardt et al. (2016), выявил существенное алгоритмическое смещение. По полу $DPD = 0,1540$, $EOD = 0,1418$ — модель значительно чаще предсказывает дефолт мужчинам, хотя их реальная доля дефолтов выше лишь умеренно. По возрасту: для групп до 30 лет и старше 60 лет смещение еще выше, особенно EOD для пожилых (0,3170). Это означает, что для пожилых заемщиков модель систематически дает более высокие оценки риска, чем для заемщиков среднего возраста, даже при сопоставимых реальных показателях платежной дисциплины. Однако важно подчеркнуть, что метрики DPD и EOD отражают статистические корреляции между прогнозами модели и защищенными признаками, а не причинно-следственные связи. Сама модель не принимает решений об отказе — она лишь формирует вероятностную рекомендацию, на основе которой уже строится кредитное решение. Поэтому корректнее говорить о статистически значимом дисбалансе в прогнозах, а не о «неоправданных отказах» со стороны модели. SHAP-сравнение по полу показало: для женщин ключевыми драйверами являются внешние скоринговые баллы, для мужчин — возраст, стаж занятости, сумма кредита. Смещение порождается не только дисбалансом выборки (женщин 66%), но и объективными различиями в корреляционных структурах между признаками и целевой переменной для разных социально-демографических групп. Это подтверждает наблюдение (Bracke et al., 2019): необходимо не просто констатировать, но и диагностировать причины смещения, чтобы выбрать адекватный метод коррекции.

Для смягчения выявленного смещения мы применили два подхода, формально описанных в (Hardt et al., 2016): пост-процессинг (индивидуальный подбор порога классификации для мужской группы с целью выравнивания FPR) и ин-процессинг (увеличение весов наблюдений мужской подвыборки в два раза при обучении). Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнение методов коррекции алгоритмического смещения (модель XGBoost)

Подход	ROC-AUC	F1	DPD	EOD	Комментарий
Исходная модель	0,7715	0,2856	0,1540	0,1418	Значимое смещение по полу
Пост-процессинг	0,7715	0,2948	0,1123	0,0927	Устранен разрыв в FPR , $F1$ вырос
Ин-процессинг	0,7713	0,2863	0,1341	0,1332	Снижены обе метрики смещения, точность почти не изменилась

Примечание: значение ROC-AUC в табл. 3 (0,7715 для исходной модели) относится ко всей валидационной выборке, тогда как в табл. 2 приведены показатели для отдельных групп заемщиков. Для full-file AUC составляет 0,7736, что ожидаемо выше общего показателя из-за большего объема и лучшей предсказуемости этой группы.

Источник: составлено авторами.

При интерпретации полученных значений DPD и EOD необходимо учитывать фундаментальный результат теории алгоритмической справедливости. Как показано в работах (Kleinberg, Mullainathan, Raghavan, 2016) и (Chouldechova, 2017), при различном базовом уровне целевого признака в защищенных группах ни одна неидеальная модель не может одновременно удовлетворять демографическому паритету и равным шансам. Иными словами, стремление снизить обе метрики DPD и EOD одновременно наталкивается на объективное ограничение: если реальная доля дефолтов у мужчин и женщин различается, то полностью устранить смещение по обоим критериям невозможно — можно лишь выбрать тот или иной компромисс. Этот методологический факт не отменяет необходимости анализа

справедливости, но задает реалистичные ожидания: целью является не достижение нулевых значений DPD и EOD, а их снижение до приемлемого уровня с учетом объективных различий в группах и выбранных приоритетов справедливости.

Результаты табл. 3 демонстрируют, что целенаправленные методы коррекции позволяют смягчить дискриминационный эффект без значимой потери точности, а в случае пост-процессинга — даже с повышением F1. Ин-процессинг достигает снижения DPD с 0,1540 до 0,1341 и EOD с 0,1418 до 0,1332, сохраняя AUC на уровне 0,7713. Это свидетельствует о том, что компромисс «точность — справедливость» поддается управлению при грамотно подобранной методологии коррекции.

На основе полученных результатов мы структурировали практические рекомендации для кредитных организаций в виде трех сценариев применения моделей. Сценарий 1 — «Максимальная инклюзия и точность» — предполагает использование градиентного бустинга (XGBoost, LightGBM) или стекинга. Он позволяет нарастить портфель за счет ранее «невидимых» клиентов с точностью, сопоставимой с full-file, при обязательном XAI-аудите (Bracke et al., 2019) и fairness-аудите (Hardt et al., 2016). Сценарий 2 — «Минимизация рисков и сбалансированный подход» — оптимизированный XGBoost с пост-процессингом. Он дает наилучшее соотношение точности, стабильности и справедливости, что подтверждается данными табл. 3: дополнительный подбор порогов для защищенных групп повышает F1 при неизменном AUC. Сценарий 3 — «Регуляторная прозрачность» — логистическая регрессия с тщательно сконструированными альтернативными признаками. Несмотря на более низкий AUC, модель полностью интерпретируема, не требует сложных XAI-инструментов и демонстрирует меньшую склонность к алгоритмическому смещению. Она наилучшим образом отвечает требованиям «права на объяснение» (Goodman, Flaxman, 2017) и логике нормативного регулирования применения ИИ в финансовом секторе. Все три сценария предусматривают обязательное выделение групп thin-file/no-file в рамках кредитного процесса: работа с этими сегментами как с однородной массой не только снижает точность, но и усиливает риски несправедливости.

Заключение

Настоящее исследование позволило получить ряд взаимосвязанных выводов, совокупно формирующих методологическую основу для ответственного внедрения машинного обучения в инклюзивное кредитование. Во-первых, эмпирически подтверждено и статистически обосновано: градиентный бустинг и стекинг значительно превосходят логистическую регрессию по точности прогнозирования дефолта заемщиков с ограниченной историей. При этом для сегмента thin-file качество XGBoost достигает уровня full-file, причем доверительные интервалы перекрываются, а попарное сравнение не выявляет значимого снижения. Это расширяет выводы (Lessmann et al., 2015) и (Berg et al., 2020) на ранее не изученный целевой сегмент и доказывает: современные ML-модели способны превратить альтернативные данные в эффективный инструмент финансовой инклюзии без потери предсказательной силы по сравнению с традиционными заемщиками.

Во-вторых, показано, что альтернативные данные автоматически не решают проблему справедливости. Даже при полном исключении традиционных бюро-признаков метрики DPD и EOD не снижаются до приемлемого уровня, что указывает на укорененность смещения в структуре корреляций между признаками и защищенными атрибутами — а не только в дисбалансе выборки. Этот вывод является предупреждением против наивного оптимизма в отношении альтернативных данных, соответствующего тревоге, которую на методологическом уровне

выразил Лукас (Lucas, 1976): смена данных сама по себе не меняет структуру потенциальных смещений, если базовые корреляции сохраняются. Требуются целенаправленные процедуры fairness-аудита (Hardt et al., 2016) и коррекции смещения, интегрированные в процесс разработки и валидации скоринговых моделей.

В-третьих, показано, что компромисс между точностью и справедливостью поддается управлению. Применение методов пост-процессинга и ин-процессинга позволяет существенно смягчить выявленное смещение без потери, а в ряде случаев — с повышением интегральной точности. Практические сценарии «дорожной карты» внедрения, дифференцирующие выбор модели по стратегическим приоритетам кредитора, позволяют операционализировать эти выводы применительно к реальным бизнес-процессам.

Ответственное использование машинного обучения способно превратить финансовую инклюзию из декларативной идеи в операционный бизнес-процесс с предсказуемым экономическим эффектом и контролируемыми этическими рисками. Перспективным направлением дальнейших исследований представляется проверка устойчивости полученных выводов на данных других рынков — в том числе тех, где альтернативные данные еще только начинают применяться в кредитном скоринге (World Bank, 2014), — а также расширение состава защищенных признаков за пределы пола и возраста, включая этнический состав, место проживания и уровень дохода.

Благодарность

В работе использованы результаты проекта HSE-MS-2025—006 «Потребление и экономическое поведение домашних хозяйств в России, 2025—2027 гг.»

Источники

- Богатырев С. Ю.* Машинное обучение в финансах: учебник для магистратуры / С. Ю. Богатырев, А. А. Помулев, А. В. Затевакина [и др.]; под редакцией С. Ю. Богатырева. М., 2024.
- Костюнин В. И.* Эконометрика: учебник и практикум для вузов. М., 2025.
- Мхитарян В. С.* Анализ данных: учебник для вузов / В. С. Мхитарян, М. Ю. Архипова, Т. А. Дуброва, Ю. Н. МIRONкина, В. П. Сиротин. М., 2025.
- Новиков А. И.* Эконометрика: учебное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М., 2020.
- Салин В. Н., Чурилова Э. Ю.* Статистический анализ данных цифровой экономики в системе «STATISTICA»: учебно-практическое пособие. М., 2019.
- Соловьев В. И.* Анализ данных в экономике: теория вероятностей, прикладная статистика, обработка и визуализация данных в Microsoft Excel: учебник. М., 2025.
- Barron J. M., Staten M. E.* The Value of Comprehensive Credit Reports: Lessons from the U. S. Experience // Credit Reporting Systems and the International Economy: ed. M. J. Miller. Cambridge, 2003.
- Berg T., Burg V., Gombović A., Puri M.* On the Rise of Fintechs: Credit Scoring Using Digital Footprints // Review of Financial Studies. 2020. Vol. 33. Iss. 7. P. 2845—2897.
- Bracke P., Datta A., Jung C., Sen S.* Machine Learning Explainability in Finance: An Application to Default Risk Analysis. Bank of England Staff Working Paper No. 816, 2019.
- Breiman L.* Random Forests // Machine Learning. 2001. Vol. 45. Iss. 1. P. 5—32.
- Chen T., Guestrin C.* XGBoost: A Scalable Tree Boosting System // Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. ACM, 2016.
- Chouldechova A.* Fair Prediction with Disparate Impact: A Study of Bias in Recidivism Prediction Instruments // Big Data. 2017. Vol. 5. Iss. 2. P. 153—163.
- Consumer Financial Protection Bureau, Office of Research. Data Point: Credit Invisibles. CFPB, 2015.
- DeLong E. R., DeLong D. M., Clarke-Pearson D. L.* Comparing the Areas Under Two or More Correlated Receiver Operating Characteristic Curves: A Nonparametric Approach // Biometrics. 1988. Vol. 44. Iss. 3. P. 837—45.

Durand D. Credit-Rating Formulae // Risk Elements in Consumer Instalment Financing (Technical ed.). New York, 1941.

Empowering Credit Inclusion: A Deeper Perspective on Credit Underserved and Unserved Consumers. TransUnion, 2022.

Goodman B., Flaxman S. European Union Regulations on Algorithmic Decision-making and a «Right to Explanation» // AI Magazine. 2017. Vol. 38. Iss. 3. P. 50–57.

Hardt M., Price E., Srebro N. Equality of Opportunity in Supervised Learning // Advances in Neural Information Processing Systems 29. Barcelona, 2016.

Home Credit Default Risk // Kaggle, 2018. URL: <https://www.kaggle.com/c/home-credit-default-risk>.

Jagtiani J., Lemieux C. The roles of Alternative Data and Machine Learning in Fintech Lending: Evidence from the LendingClub Consumer Platform. Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper No. 18–15, 2018.

Kleinberg J., Mullainathan S., Raghavan M. Inherent Trade-offs in the Fair Determination of Risk Scores // arXiv preprint arXiv:1609.05807. 2016.

Lee A. S., Turner M. A., Walker P., Varghese R. Give Credit Where Credit is Due: Increasing Access to Affordable Mainstream Credit Using Alternative Data. Policy & Economic Research Council, 2012.

Lessmann S., Baesens B., Seow H. V., Thomas L. C. Benchmarking State-of-the-art Classification Algorithms for Credit Scoring: A Ten-year Update // Journal of the Operational Research Society. 2015. Vol. 66. Iss. 8. P. 1241–1258.

Lucas R. E., Jr. Econometric Policy Evaluation: A Critique // Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. 1976. Vol. 1. P. 19–46.

Lundberg S. M., Lee S. I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions // Neural Information Processing Systems 30. New York, 2017.

Naeem M. Demographic-aware Temporal Graph Attention for Fair and Accurate Cardiac Abnormality Detection in 12-lead ECG // Scientific Reports. 2026. Vol. 16. P. 17379.

Ribeiro M. T., Singh S., Guestrin C. “Why should I trust you?”: Explaining the predictions of any classifier // The 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. New York, 2016.

Turner M., Varghese R., Walker P. A New Pathway to Financial Inclusion: Alternative Data, Credit Building, and Responsible Lending in the Wake of the Great Recession. Policy & Economic Research Council, 2006.

World Bank. Global Financial Development Report 2014: Financial Inclusion. Washington, DC, 2014.

World Bank. The Global Findex Database 2021: Financial Inclusion, Digital Payments, and Resilience in the Age of COVID-19. Washington, DC, 2022.

References

Barron J. M., Staten M. E. The value of comprehensive credit reports: Lessons from the U. S. experience. *Credit Reporting Systems and the International Economy*. Ed. M. J. Miller. Cambridge, 2003.

Berg T., Burg V., Gombović A., Puri M. On the rise of fintechs: Credit scoring using digital footprints. *Review of Financial Studies*, 2020, vol. 33, iss. 7, pp. 2845–2897.

Bogatyrev S. Yu., Pomulev A. A., Zatevakhina A. V. et al. *Mashinnoe Obuchenie v Finansah [Machine Learning in Finance]*. Moscow, 2024. (In Russian)

Bracke P., Datta A., Jung C., Sen S. Machine learning explainability in finance: An application to default risk analysis. *Bank of England Staff Working Paper No. 816*, 2019.

Breiman L. Random forests. *Machine Learning*, 2001, vol. 45, iss. 1, pp. 5–32.

Chen T., Guestrin C. XGBoost: A scalable tree boosting system. *The 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. ACM, 2016.

Chouldechova A. Fair Prediction with Disparate Impact: A Study of Bias in Recidivism Prediction Instruments. *Big Data*, 2017, vol. 5, iss. 2, pp. 153–163.

Consumer Financial Protection Bureau, Office of Research. *Data point: Credit invisibles*. CFPB, 2015.

DeLong E. R., DeLong D. M., Clarke-Pearson D. L. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: A nonparametric approach. *Biometric*, 1988, vol. 44, iss. 3, pp. 837–45.

Durand D. Credit-Rating Formulae. *Risk Elements in Consumer Instalment Financing (Technical ed.)*. New York, 1941.

Empowering Credit Inclusion: A Deeper Perspective on Credit Underserved and Unserved Consumers. TransUnion, 2022.

- Goodman B., Flaxman S. European Union regulations on algorithmic decision-making and a «right to explanation». *AI Magazine*, 2017, vol. 38, iss. 3, pp. 50–57.
- Hardt M., Price E., Srebro N. Equality of opportunity in supervised learning. *Neural Information Processing Systems 29*. Barcelona, 2016.
- Home Credit Default Risk. Kaggle, 2018. Available at: <https://www.kaggle.com/c/home-credit-default-risk>.
- Jagtiani J., Lemieux C. The roles of alternative data and machine learning in fintech lending: Evidence from the LendingClub consumer platform. *Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper N 18–15*, 2018.
- Kleinberg J., Mullainathan S., Raghavan M. Inherent trade-offs in the fair determination of risk scores. *arXiv preprint arXiv:1609.05807*, 2016.
- Kostyunin V. I. *Ekonometrika [Econometrics]*. Moscow, 2025. (In Russian)
- Lee A. S., Turner M. A., Walker P., Varghese R. *Give Credit Where Credit is Due: Increasing Access to Affordable Mainstream Credit Using Alternative Data*. Policy & Economic Research Council, 2012.
- Lessmann S., Baesens B., Seow H. V., Thomas L. C. Benchmarking state-of-the-art classification algorithms for credit scoring: A ten-year update. *Journal of the Operational Research Society*, 2015, vol. 66, iss. 8, pp. 1241–1258.
- Lucas R. E., Jr. Econometric policy evaluation: A critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1976, vol. 1, pp. 19–46.
- Lundberg S. M., Lee S. I. A unified approach to interpreting model predictions. *Advances in Neural Information Processing Systems 30*. New York, 2017.
- Mkhitaryan V. S., Arkhipova M. Yu., Dubrova T. A. et al. *Analiz Danyh [Data Analysis]*. Moscow, 2025. (In Russian)
- Naeem M. Demographic-aware temporal graph attention for fair and accurate cardiac abnormality detection in 12-lead ECG. *Scientific Reports*, 2026, vol. 16, pp. 17379.
- Novikov A. I. *Ekonometrika [Econometrics]*. 3rd ed. Moscow, 2020. (In Russian)
- Ribeiro M. T., Singh S., Guestrin C. “Why should I trust you?”: Explaining the predictions of any classifier. *The 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. New York, 2016.
- Salin V. N., Churilova E. Yu. *Statisticheskij Analiz Danyh Cifrovoy Ekonomiki v Sisteme STATISTICA [Statistical Analysis of Digital Economy Data in the STATISTICA System]*. Moscow, 2019. (In Russian)
- Solov'ev V. I. *Analiz danykh v ekonomike: teoriya veroyatnostey, prikladnaya statistika, obrabotka i vizualizatsiya danykh v Microsoft Excel [Data Analysis in Economics: Probability Theory, Applied Statistics, Data Processing and Visualization in Microsoft Excel]*. Moscow, 2025. (In Russian)
- Turner M., Varghese R., Walker P. *A New Pathway to Financial Inclusion: Alternative Data, Credit Building, and Responsible Lending in the Wake of the Great Recession*. Policy & Economic Research Council, 2006.
- World Bank. *Global Financial Development Report 2014: Financial Inclusion*. Washington, DC, 2014.
- World Bank. *The Global Findex Database 2021: Financial Inclusion, Digital Payments, and Resilience in the Age of COVID-19*. Washington, DC, 2022.

Статья поступила в редакцию 20 июня 2026 г.

Статья рекомендована в печать 10 августа 2026 г.

В. В. Бухвалова

канд. физ.-мат. наук, доцент, старший преподаватель кафедры исследования операций Санкт-Петербургского государственного университета

И. П. Сидельникова

магистр Санкт-Петербургского государственного университета

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ DEA-РЕЙТИНГОВ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПОРТФЕЛЯ ОБЛИГАЦИЙ

Введение

В современном финансовом мире инвестиции с фиксированным доходом представляют собой важный сегмент финансового рынка как для профессиональных инвесторов, так и для частных лиц, стремящихся диверсифицировать свои активы и минимизировать риски. Самыми распространенными инструментами с фиксированной доходностью в настоящее время являются облигации. Портфель облигаций позволяет инвесторам получать стабильный и предсказуемый доход, обеспечивая защиту капитала от инфляции и волатильности фондового рынка.

В «Обзоре финансовых инструментов за 2025 год» (Банк России, 2026) констатируется, что рынок облигаций и в 2025 г. продолжал расти. Общий номинальный объем рынка облигаций вырос на 13% и составил 67 трлн руб. Многие аналитики считают, что снижение ключевой ставки ЦБ — лучший момент для покупки облигаций с фиксированным купоном. Ставки по вкладам к осени 2026 г., скорее всего, существенно снизятся, а доходность надежных облигаций останется на уровне 16–17%.

Однако важно отметить, что инвестиции в облигации даже с фиксированным купоном подвержены риску, так как в 2025 г. 36 эмитентов допустили дефолт по облигациям (Банк России, 2026), что является рекордным числом дефолтов в РФ. Вложения населения в облигации эмитентов, которые впервые допустили дефолт, составили 22 млрд руб. (45% от общего объема инвестиций в эти бумаги). При этом 8 эмитентов имели кредитный рейтинг на момент первого дефолта и их облигации были доступны неквалифицированным инвесторам. Это показывает важность дополнительного анализа облигаций для выявления надежных бумаг, соответствующих критериям инвестора, перед составлением портфеля. В связи с этим проблема составления надежного портфеля облигаций в настоящее время является актуальной, что подтверждается в работах (Брянцева, 2026; Кульша, 2026; Разумный, 2023; Gunjan, Bhattacharyya, 2023; Zhang, Zohren, Roberts, 2020).

Представленный в данной статье подход к составлению портфеля облигаций с *фиксированным купоном* состоит из трех последовательно выполняемых этапов. На первом этапе формируется выборка облигаций, которые удовлетворяют собственным критериям инвестора. На втором этапе авторы работы предлагают оценивать эффективность облигаций из этой выборки с использованием моделей DEA и вычислять их DEA-рейтинги. Фактически на этом этапе инвестор определяет «свои» рейтинги облигаций, которые, как будет показано на примерах, могут не совпадать с рейтингами специальных агентств. Далее образуется

подвыборка облигаций на основе вычисленных DEA-рейтингов из составленной на первом этапе выборки. На третьем этапе определяется оптимальный портфель облигаций из подвыборки. Используются модели линейного программирования (ЛП). На примерах показано, что наряду с облигациями в оптимальный портфель может оказаться выгодно включить накопительный счет или банковский вклад.

Работа имеет следующую структуру: в разделе 2 описано использование двух моделей DEA для составления рейтингов облигаций. В разделе 3 описаны исходная выборка облигаций и критерии, по которым эта выборка создавалась. В разделе 4 подробно показано, как для облигаций из выборки вычисляются их DEA-рейтинги и составляется подвыборка облигаций с высоким DEA-рейтингом. В разделе 5 приведено описание двух стратегий, используемых при составлении портфелей облигаций. Раздел 6 содержит описание результатов применения этих стратегий для подвыборки из раздела 4. Для проведения расчетов, приведенных в статье, достаточно использовать Excel (начиная с версии MS Excel 2007 с надстройкой «Поиск решения»). Результаты вычислений были проверены с помощью программы на языке Python.

1. Рейтинг облигаций: используем модели CCR и SBM

При выборе облигаций для инвестирования одной из важнейших характеристик является кредитный рейтинг, который является индикатором качества эмитента и его облигаций. В России рейтинги облигациям присваивают четыре агентства, аккредитованных Центробанком: АКРА, ЭкспертРА, НКР и НРА. Их деятельность регулируется Федеральным законом № 222-ФЗ. Методологии рейтингования, которые используют агентства, согласовываются с Банком России и публикуются в свободном доступе на сайте агентств. В России используется национальная шкала рейтингов: самый высокий рейтинг — AAA, самый низкий — C. Некоторые агентства также используют категорию D, которая означает фактический дефолт. Чем выше рейтинг, тем надежнее эмитент. Кредитные рейтинги пересматриваются не реже раза в год.

Для оценки облигаций рейтинговые агентства обычно используют статистические модели, основанные на наборе финансовых коэффициентов. Однако в последнее время появился ряд работ (Бухвалова, Сидельникова, 2025; Теплова, Соколова, 2017; Amin, Hajjani, 2021; Lim, Oha, Zhu, 2014; Malhotra, Malhotra, Russel, 2010; Zhang, Xiao, Niu, 2022), в которых предлагается для оценивания облигаций использовать методы машинного обучения и модели DEA.

Многие инвесторы имеют свои предпочтения при выборе облигаций и в разной степени склонны к риску, что, по сути, означает наличие у них *своего собственного* рейтинга. Именно для формализации процесса составления *собственного* рейтинга и предлагается использовать модели DEA.

Модели DEA (Data Envelopment Analysis) — это методы оценивания относительной эффективности объектов, основанные на ЛП. Существуют различные варианты моделей DEA. В этой работе будут рассмотрены две модели: классическая модель CCR, описанная в работе (Charnes, Cooper, Rhodes, 1978) и модель SBM (Slacks-Based Measure), описанная в работе (Tone, 2001). Рейтинги, которые будут получены при их использовании, будем называть CCR-рейтингом и SBM-рейтингом соответственно. При этом следует иметь в виду, что рейтинги, которые будут получены при использовании разных DEA моделей, могут существенно отличаться, что будет показано на примере в разделе 4.

Введем следующие обозначения для параметров и переменных модели CCR:

l — число исследуемых объектов;

n — число входных параметров;

m — число выходных параметров;

$X_k = (x_{1k}, \dots, x_{nk})$ — вектор входов для объекта с номером k ;

$Y_k = (y_{1k}, \dots, y_{mk})$ — вектор выходов для объекта с номером k ;

$V = (v_1, \dots, v_n)$ — вектор весов входов;

$U = (u_1, \dots, u_m)$ — вектор весов выходов.

В модели CCR для каждого объекта системы максимизируется его относительная эффективность при заданных значениях входов и выходов. Вариант модели CCR, ориентированной на выход, эквивалентен решению следующей задачи дробного линейного программирования для каждого объекта k :

$$E_k^{\text{CCR}}(U, V) = \frac{\sum_{i=1}^m u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^n v_j x_{jk}} \rightarrow \max \quad (1)$$

при ограничениях:

$$E_s^{\text{CCR}}(U, V) = \frac{\sum_{i=1}^m u_i y_{is}}{\sum_{j=1}^n v_j x_{js}} \leq 1, \quad s = 1, \dots, l; \quad (2)$$

$$u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m;$$

$$v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, \dots, n.$$

Если максимальное значение $E_k^{\text{CCR}}(U, V) = 1$, то объект k считается эффективным. Отметим, что с помощью преобразования Чарнса—Купера данная задача может быть сведена к эквивалентной задаче линейного программирования. Подробное описание модели CCR и ее свойств приведено в работах (Бухвалова, Бухвалова, 2014; Charnes, Cooper, Rhodes, 1978).

Модель SBM оценивает не общую эффективность объекта (1), но определяет, имеются ли и какие именно входы или выходы объекта k требуют корректировки. Введем обозначения для дополнительных переменных в модели SBM:

$s^- = (s_1^-, \dots, s_n^-)$ — вектор избытка входных данных;

$s^+ = (s_1^+, \dots, s_m^+)$ — вектор дефицита выходных данных;

$\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_l)$ — неотрицательный вектор.

Для модели SBM нахождение эффективности объекта k эквивалентно решению следующей задачи дробного программирования:

$$E_k^{\text{SBM}}(s^-, s^+, \lambda) = \frac{1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{s_i^-}{x_{ik}}}{1 + \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{s_j^+}{y_{jk}}} \rightarrow \min \quad (3)$$

при ограничениях:

$$\sum_{r=1}^n x_{ri} \lambda_r + s_i^- = x_{ik}, \quad i = 1, \dots, n; \quad (4)$$

$$\sum_{q=1}^m y_{qj} \lambda_q - s_j^+ = y_{jk}, \quad j = 1, \dots, m;$$

$$\lambda_r = 0, r = 1, \dots, l;$$

$$s_i^- \geq 0, i = 1, \dots, n;$$

$$s_j^+ \geq 0, j = 1, \dots, m.$$

Если максимальное значение $E_k^{\text{SBM}}(s^-, s^+, \lambda) = 1$, то объект k считается эффективным. Отметим, что с помощью преобразования Чарнса—Купера данная задача также может быть сведена к задаче линейного программирования.

Подробное описание модели SBM, ее свойств и двойственная задача $E_k^{\text{SBM}}(U, V)$ приведены в работе (Tone, 2001). Легко доказать, что $E_k^{\text{CCR}}(U, V) \geq E_k^{\text{SBM}}(U, V)$.

2. Пример: набор облигаций и их эффективности

В базовом примере данной работы при составлении DEA-рейтингов облигаций в качестве входных параметров используются следующие четыре характеристики (доступные в открытых источниках (Московская биржа, 2024; СберИнвестиции, 2024; СмартЛаб, 2024; RusBonds, 2024; Fin-Plan, 2024)):

1. Net Debt/EBITDA — отношение чистого долга компании к показателю EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization). Данная характеристика используется для оценки надежности компании (эмитента);
2. Дюрация облигации — мера средневзвешенной продолжительности существования облигации, учитывающая размер и время каждого денежного потока;
3. Количество периодов до погашения облигации (в месяцах);
4. Количество активных эмиссий эмитента.

В качестве выходных параметров используются две характеристики облигаций (доступные в открытых источниках (Календарь дивидендов за 2023 год, 2024; Московская биржа, 2024; СберИнвестиции, 2024; СмартЛаб, 2024; RusBonds, 2024; Fin-Plan, 2024)):

1. Доходность к погашению (ДКП) — доходность в расчете на год, которую получит инвестор, если, купив облигацию, он продержит ее до срока погашения;
2. Дивидендная доходность эмитента (ДД) — финансовый показатель, который измеряет доход, получаемый инвестором от акций компании в виде дивидендов, относительно текущей рыночной цены этих акций.

Так как показатель дивидендной доходности имеют не все эмитенты, разобьем облигации на две отдельные категории, для каждой из которых отдельно будут вычисляться рейтинги:

1. Облигации, эмитенты которых выплачивают дивиденды: у них два выходных параметра — доходность к погашению и дивидендная доходность (акций компании);
2. Облигации, эмитенты которых не выплачивают дивиденды: у них только один выходной параметр — доходность к погашению.

Отметим, что выбор входных и выходных параметров зависит от личных предпочтений инвестора. Однако схема вычислений при этом не меняется, хотя итоговые результаты могут отличаться.

В качестве исходного набора (28.11.2024) были отобраны 20 облигаций (по 10 из каждой категории). Информация о них, необходимая для вычислений эффективностей $E_k^{\text{CCR}}(U, V)$ и $E_k^{\text{SBM}}(U, V)$, приведена в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Облигации первой категории

Название	$\frac{NetDebt}{EBITDA}$	Дюрация	Периодов до погашения	Кол-во эмиссий	ДКП	ДД, %
ВТБ Б1-356	0,00	0,63	8	115	20,85%	0,00
ВТБ Б1-362	0,00	0,73	9	115	20,03%	0,00
ВТБ Б1-363	0,00	0,42	5	115	22,66%	0,00
ГазпнфЗРЗР	2,96	0,23	2	13	17,57%	11,22
ГазпромКР7	2,96	0,92	11	31	23,47%	0,00
КАМАЗ БП11	4,80	1,04	13	14	24,35%	0,90
МТС 1Р-10	1,90	0,55	6	21	22,68%	9,88
МТС 1Р-24	1,90	0,30	3	21	22,82%	9,88
РостелР13Р	2,00	0,84	11	25	25,75%	6,68
ТрнфБО1Р8	—0,10	0,83	10	2	22,54%	11,88

Таблица 2

Облигации второй категории

Название	$\frac{NetDebt}{EBITDA}$	Дюрация	Периодов до погашения	Кол-во эмиссий	ДКП, %
iСелкт1Р2Р	1,40	0,91	11	4	25,62
iСелкт1Р4Р	1,40	1,16	16	4	26,81
ВСК 1Р-01Р	0,00	0,95	12	4	25,01
ГТЛК БО-06	1,15	0,83	10	39	27,61
Оренб35003	0,00	0,56	7	2	24,15
ОФЗ 26229	0,00	0,93	11	56	22,43
ОФЗ 26234	0,00	0,61	7	56	22,46
ОФЗ 29006	0,00	0,17	2	56	20,55
РЖД БО-02	2,40	0,83	10	59	19,72
СПбГО35001	0,00	0,49	6	4	19,66

Перед применением моделей DEA была проведена нормировка данных по третьему и четвертому входным параметрам. Это стандартный прием для избегания проблемы *малых весов*.

Результаты применения модели CCR приведены в табл. 3 (облигации из первой категории) и табл. 4 (облигации из второй категории). В таблицах представлены значения эффективностей, а также веса, при которых достигаются эти эффективности.

Таблица 3

Результаты применения модели CCR для облигаций первой категории

Название	$E_k^{CCR}(U, V)$	Значения весов					
		v_1	v_2	v_3	v_4	u_1	u_2
ВТБ Б1-356	0,73	0,23	0,97	0,00	0,34	3,51	0,00
ВТБ Б1-362	0,64	0,21	0,89	0,00	0,31	3,20	0,00
ВТБ Б1-363	1,00	0,28	1,32	0,00	0,39	4,41	0,00
ГазпнфЗРЗР	1,00	0,03	0,00	1,57	4,93	4,38	3,10
ГазпромКР7	0,51	0,03	0,56	0,00	1,30	2,16	0,00
КАМАЗ БП11	0,63	0,00	0,65	0,00	2,35	2,58	0,00
МТС 1Р-10	0,81	0,00	0,00	0,75	2,96	0,00	5,12
МТС 1Р-24	1,00	0,26	1,31	0,20	0,35	4,38	0,00
РостелР13Р	0,66	0,17	0,71	0,00	0,25	2,58	0,00
ТрнфБО1Р8	1,00	0,06	1,14	0,01	2,67	4,44	0,00

Таблица 4

Результаты применения модели CCR для облигаций второй категории

Название	$E_k^{CCR}(U, V)$	Значения весов				
		v_1	v_2	v_3	v_4	u_1
iСелкт1P2R	0,67	0,00	0,00	1,06	0,65	2,62
iСелкт1P4R	0,55	0,00	0,00	0,00	25,00	2,07
ВСК 1P-01R	0,61	0,00	1,03	0,00	0,58	2,43
ГТЛК БО-06	0,64	0,00	0,00	0,93	0,57	2,30
Оренб35003	1,00	0,00	0,00	1,68	1,02	4,14
ОФЗ 26229	0,44	0,34	0,00	0,80	0,48	1,96
ОФЗ 26234	0,60	0,00	0,00	1,08	0,66	2,67
ОФЗ 29006	1,00	0,00	0,00	1,97	1,20	4,87
РЖД БО-02	0,41	0,00	0,00	0,84	0,51	2,07
СПБГО35001	0,92	0,00	0,00	1,91	1,16	4,70

Результаты применения модели SBM приведены в табл. 5 (облигации из первой категории) и табл. 6 (облигации из второй категории).

Таблица 5

Результаты применения модели SBM для облигаций первой категории

Название	$E_k^{SBM}(U, V)$	Значения весов					
		v_1	v_2	v_3	v_4	u_1	u_2
ВТБ Б1-356	0,70	0,22	0,53	0,50	0,29	3,37	0
ВТБ Б1-362	0,63	0,21	0,46	0,44	0,29	3,13	0
ВТБ Б1-363	1,00	0,27	0,79	0,80	0,29	4,41	0
ГазпнфЗР3R	1,00	0,09	1,09	2,98	12,48	12,06	6,73
ГазпромКР7	0,48	0,08	0,27	0,27	0,81	2,04	0
КАМАЗ БП11	0,17	0,05	0,24	0,23	1,79	0,35	2,56
МТС 1P-10	0,76	0,19	0,45	0,50	1,19	1,67	3,13
МТС 1P-24	1,00	0,13	0,83	1,00	4,49	5,22	3,15
РостелP13R	0,37	0,13	0,27	0,27	1,00	1,12	2,42
ТрнфБО1P8	1,00	0,24	0,46	0,46	12,50	4,35	3,72

Таблица 6

Результаты применения модели SBM для облигаций второй категории

Название	$E_k^{SBM}(U, V)$	Значения весов				
		v_1	v_2	v_3	v_4	u_1
iСелкт1P2R	0,46	0,18	0,27	0,27	6,25	1,81
iСелкт1P4R	0,40	0,18	0,22	0,19	6,25	1,48
ВСК 1P-01R	0,58	0,10	0,35	0,33	8,33	2,31
ГТЛК БО-06	0,41	0,22	0,30	0,30	0,64	1,48
Оренб35003	1,00	0,18	0,60	0,57	16,67	4,14
ОФЗ 26229	0,39	0,18	0,36	0,36	0,60	1,76
ОФЗ 26234	0,57	0,10	0,55	0,57	0,66	2,70
ОФЗ 29006	1,00	0,18	1,96	2,00	2,27	9,42
РЖД БО-02	0,29	0,10	0,30	0,30	0,42	1,46
СПБГО35001	0,76	0,10	0,68	0,67	8,33	3,88

Из табл. 7 и 8 видно, что выполнено соотношение между эффективностями: $E_k^{CCR}(U, V) \geq E_k^{SBM}(U, V)$. В рассматриваемом примере наборы эффективных облигаций совпадают ($E_k^{CCR}(U, V) = E_k^{SBM}(U, V) = 1$), но, как показано в работе (Тоне, 2001), это равенство может не выполняться.

Таблица 7

Соотношение эффективностей облигаций из первой категории

Название	$E_k^{CCR}(U, V)$	$E_k^{SBM}(U, V)$
ВТБ Б1-356	0,73	0,70
ВТБ Б1-362	0,64	0,63
ВТБ Б1-363	1,00	1,00
Газпнф3Р3R	1,00	1,00
ГазпромКР7	0,51	0,48
КАМАЗ БП11	0,63	0,17
МТС 1Р-10	0,81	0,76
МТС 1Р-24	1,00	1,00
РостелР13R	0,66	0,37
ТрнфБО1Р8	1,00	1,00

Таблица 8

Соотношение эффективностей облигаций из второй категории

Название	$E_k^{CCR}(U, V)$	$E_k^{SBM}(U, V)$
iСелкт1Р2R	0,67	0,46
iСелкт1Р4R	0,55	0,40
ВСК 1Р-01R	0,61	0,58
ГТЛК БО-06	0,64	0,41
Оренб35003	1,00	1,00
ОФЗ 26229	0,44	0,39
ОФЗ 26234	0,60	0,57
ОФЗ 29006	1,00	1,00
РЖД БО-02	0,41	0,29
СПбГО35001	0,92	0,76

3. Составление CCR-рейтинга и SBM-рейтинга облигаций

На основе рассчитанных значений эффективностей (табл. 3–6) формируются CCR-рейтинг и SBM-рейтинг облигаций. Облигации разделяются на три кластера в зависимости от значения их эффективности. Кластеры, для которых значения эффективности лежат в интервале (0,5; 1], обозначаются как CCR1 и SBM1 соответственно; в интервале (0,25; 0,5] — как CCR2 и SBM2; в интервале (0; 0,25] — как CCR3 и SBM3. Результаты распределения облигаций по кластерам, а также их кредитные рейтинги, присвоенные агентством АКРА, представлены в табл. 9.

Таблица 9

CCR-рейтинг и SBM-рейтинг облигаций

Название	Кредитный рейтинг	CCR-эффективность	CCR-рейтинг	SBM-эффективность	SBM-рейтинг
ВТБ Б1-356	AAA	0,73	CCR1	0,70	SBM1
ВТБ Б1-362	AAA	0,64	CCR1	0,63	SBM1
ВТБ Б1-363	AAA	1,00	CCR1	1,00	SBM1
ГазпнфЗРЗР	AAA	1,00	CCR1	1,00	SBM1
ГазпромКР7	AAA	0,51	CCR1	0,48	SBM2
КАМАЗ БП11	AA—	0,63	CCR1	0,17	SBM3
МТС 1Р-10	AAA	0,81	CCR1	0,76	SBM1
МТС 1Р-24	AAA	1,00	CCR1	1,00	SBM1
РостелР13Р	AA+	0,66	CCR1	0,37	SBM2
ТрнфБО1Р8	AAA	1,00	CCR1	1,00	SBM1
iСелкт1Р2Р	A+	0,67	CCR1	0,46	SBM2
iСелкт1Р4Р	A+	0,55	CCR1	0,40	SBM2
ВСК 1Р-01Р	AA—	0,61	CCR1	0,58	SBM1
ГТЛК БО-06	AA—	0,64	CCR1	0,41	SBM2
Оренб35003	AA—	1,00	CCR1	1,00	SBM1
ОФЗ 26229	AAA	0,44	CCR2	0,39	SBM2
ОФЗ 26234	AAA	0,60	CCR1	0,57	SBM1
ОФЗ 29006	AAA	1,00	CCR1	1,00	SBM1
РЖД БО-02	AAA	0,41	CCR2	0,29	SBM2
СПБГО35001	AAA	0,92	CCR1	0,76	SBM1

Из табл. 9 видно, что:

- в CCR-рейтинге восемнадцать облигаций (90%) принадлежат кластеру CCR1, две облигации (10%) кластеру CCR2 и ни одной облигации кластеру CCR3.
- в SBM-рейтинге двенадцать облигаций (60%) принадлежат кластеру SBM1, семь облигаций (35%) кластеру SBM2 и одна облигация (5%) кластеру SBM3.

Далее при составлении оптимальных портфелей будут использоваться только облигации, SBM-рейтинг которых равен SBM1 (60%): ВТБ Б1-356, ВТБ Б1-362, ВТБ Б1-363, ГазпнфЗРЗР, МТС 1Р-10, МТС 1Р-24, ТрнфБО1Р8, ВСК 1Р-01Р, Оренб35003, ОФЗ 26234, ОФЗ 29006 и СПБГО35001.

Следует еще раз отметить, что границы разделения облигаций на кластеры и то, какие кластеры используются при формировании портфеля, зависят от личных предпочтений инвестора.

4. Составление портфеля облигаций

Рассмотрим следующую задачу: необходимо составить инвестиционный портфель минимальной стоимости, который обеспечивает выплаты заданных сумм в фиксированные моменты времени. Для решения этой задачи традиционно рассматривается стратегия, при которой портфель формируется из облигаций и наличных денег (Тимофеева, 2010; Fabozzi, Martellini, Priaulet, 2006). Будем ссылаться на эту стратегию как на Д+О. Сравним ее со стратегией, которую предлагают использовать авторы статьи, с учетом ситуации на современном финансовом рынке РФ: будем формировать портфель из облигаций, накопительного счета и вклада. Будем ссылаться на эту стратегию как на В+НС+О.

Введем следующие обозначения для описания данных стратегий:

$t_1, \dots, t_n$ — моменты времени, в которые нужно выплатить суммы $s_1, \dots, s_n$;

m — количество видов облигаций, доступных на рынке;

$P_1, \dots, P_m$ — цены облигаций в момент покупки (момент 0);

C_i^j — платеж по облигации вида j в момент $t_i, j = 1, \dots, m, i = 1, \dots, n$;

x_j — количество облигаций вида j в портфеле, $j = 1, \dots, m$;

D — сумма денег, размещаемая на вкладе в момент 0;

r_{md} — месячная процентная ставка по вкладу;

δ_0 — деньги в портфеле в момент 0;

δ_i — остаток денег в портфеле на момент t_i после выплаты $s_i, i = 1, \dots, n$;

α_i — сумму денег на накопительном счете в момент времени $t_i, i = 0, \dots, n$;

r_{ma} — месячная процентная ставка по накопительному счету;

M — стоимость оптимального портфеля.

Стратегия Д+О подразумевает использование портфеля из облигаций и денежных средств. Заданные выплаты в каждом периоде обеспечиваются за счет платежей по облигациям и недостающих сумм денег. Данная стратегия эквивалентна следующей задаче ЛП:

$$M = \delta_0 + \sum_{j=1}^m P_j x_j \rightarrow \min \quad (5)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^m C_i^j x_j + \delta_{i-1} - \delta_i = s_i, i = 1, \dots, n; \quad (6)$$

$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, m;$$

$$\delta_i \geq 0, i = 0, \dots, n;$$

$$x_j \in \mathbb{Z}, j = 1, \dots, m.$$

Целевая функция (5) представляет собой денежные средства, затраченные в момент времени 0 на реализацию портфеля: стоимость купленных облигаций и зарезервированную сумму наличных. Ограничение (6) означает, что в каждый рассматриваемый момент времени необходимые выплаты выполняются за счет платежей по облигациям и денег, оставшихся после выплат в предыдущие периоды.

Стратегия В+НС+О подразумевает формирование портфеля из вклада без капитализации процентов, накопительного счета и облигаций. Необходимые выплаты в каждом периоде, кроме последнего, обеспечиваются за счет платежей по облигациям, процентов по вкладу, а также снятия необходимых сумм с накопительного счета. В последний период выплаты частично могут обеспечиваться за счет тела вклада. Такая стратегия эквивалентна следующей модели ЛП:

$$M = \sum_{j=1}^m P_j x_j + D + \alpha_0 \rightarrow \min \quad (7)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^m C_i^j x_j + r_{md} D + (1 + r_{ma}) \alpha_{i-1} - \alpha_i = s_i, i = 1, \dots, n-1; \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^m C_n^j x_j + (1 + r_{md}) D + (1 + r_{ma}) \alpha_{n-1} - \alpha_n = s_n; \quad (9)$$

$$\begin{aligned} x_j &\geq 0, j = 1, \dots, m; \\ \alpha_i &\geq 0, i = 0, \dots, n; \\ x_j &\in \mathbb{Z}, j = 1, \dots, m; \\ D &\geq 0. \end{aligned}$$

Целевая функция (7) представляет собой сумму денежных средств, потраченную в момент времени 0, которая включает стоимость набора облигаций, сумму, размещенную на вкладе, и сумму, размещенную на накопительном счете. Ограничение (8) означает, что в моменты, требующие выполнения выплат s_i ($i = 1, \dots, n - 1$), могут быть использованы платежи по облигациям, проценты по вкладу и деньги с накопительного счета. Ограничение (9) соответствует последнему моменту времени, выплата s_n дополнительно обеспечивается телом вклада.

Заметим, что в зависимости от личных предпочтений инвестора, при составлении портфеля вклад или накопительный счет могут не использоваться. Тогда соответствующие им месячные процентные ставки принимаются равными нулю ($r_{md} = 0\%$, $r_{ma} = 0\%$).

5. Численный пример

Сравнение описанных выше стратегий рассмотрим на следующем примере. Необходимо снять на год ($n = 12$) квартиру-студию, арендная плата за которую 15 000 руб. в месяц ($s_i = 15\,000$, $i = 1, \dots, 12$). Составим инвестиционный портфель минимальной стоимости, потоки платежей которого покроют все необходимые выплаты.

Будем определять портфели минимальной стоимости, используя набор из двенадцати эффективных облигаций. Данные об облигациях приведены в табл. 10 (все суммы указаны в рублях с учетом округления). Данные взяты из открытых источников (Московская биржа, 2024; СберИнвестиции, 2024; СмартЛаб, 2024; RusBonds, 2024; Fin-Plan, 2024). Годовой процент по вкладу $r_{yd} = 21,67\%$, годовой процент по накопительному счету $r_{ya} = 15\%$ (банк ВТБ на момент 28.11.2024).

Таблица 10

Информация об облигациях (цена покупки и выплаты)

Название	Цена	Выплаты											
		t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}
ВСК 1P-01R	886	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	1033
ВТБ Б1-356	999	43	0	0	0	43	0	0	1043	0	0	0	0
ВТБ Б1-362	1035	0	0	46	0	0	46	0	0	1046	0	0	0
ВТБ Б1-363	1016	52	0	0	0	1052	0	0	0	0	0	0	0
ГазпнфЗРЗР	979	0	1015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
МТС 1P-10	946	0	0	20	0	0	1020	0	0	0	0	0	0
МТС 1P-24	983	0	0	1023	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оренб35003	195	7	0	0	7	0	0	207	0	0	0	0	0
ОФЗ 26234	922	22	0	0	0	0	0	1022	0	0	0	0	0
ОФЗ 29006	1051	1085	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
СПбГФЗ5001	323	0	0	0	0	353	0	0	0	0	0	0	0
ТрнфБО1P8	909	0	0	0	39	0	0	0	0	0	1039	0	0

Решим задачи (5)–(6) и (7)–(9). Полученные результаты (состав оптимальных портфелей), приведены в табл. 11. Портфели имеют названия, совпадающие с названиями стратегий, используемых при их составлении.

Таблица 11

Результат применения различных стратегий

Стратегия	Портфель В+НС+О	Портфель Д+О
Минимальная стоимость портфеля, руб.	160 630	162 403
Процент сэкономленных денег, %	10,76	9,78
ВСК 1Р-01R	0	14
ВТБ Б1-356	0	0
ВТБ Б1-362	0	0
ВТБ Б1-363	0	0
Газпнф3Р3R	0	15
МТС 1Р-10	0	14
МТС 1Р-24	0	26
Оренб35003	172	219
ОФЗ 26234	8	0
ОФЗ 29006	50	12
СПбГО35001	83	43
ТрнфБО1Р8	28	29
Вклад (D), руб.	14 734	—
Накопительный счет (α_0), руб.	52	—
Деньги (δ_0), руб.	—	840

Из табл. 11 видно, что набор облигаций в портфеле существенно зависит от выбранной стратегии и процентов, установленных по вкладу и накопительному счету. В начальный момент (28.11.2024) в банке ВТБ были высокие проценты по вкладу и накопительному счету (21,67% и 15%, соответственно). Вследствие этого число видов облигаций в портфеле В+НС+О сократилось по сравнению с портфелем Д+О (5 вместо 8) за счет использования вклада (14 734 руб.) и накопительного счета (52 руб.). В табл. 12 приведен сравнительный анализ состава оптимальных портфелей.

Таблица 12

Анализ состава портфелей

Название	Портфель В+НС+О	Портфель Д+О
ВСК 1Р-01R	Облигация не вошла в портфель (погашение происходит в последний период)	Облигация вошла в портфель
ВТБ Б1-356	Облигация не вошла в портфель (более низкая доходность по сравнению с облигацией Оренб35003)	Облигация не вошла в портфель (более низкая доходность по сравнению с облигацией Оренб35003)
ВТБ Б1-362	Облигация не вошла в портфель (более низкая доходность по сравнению с облигацией Оренб35003)	Облигация не вошла в портфель (более низкая доходность по сравнению с облигацией Оренб35003)
ВТБ Б1-363	Облигация не вошла в портфель (облигация СПбГО35001 требует меньших денежных вложений — 323 руб.)	Облигация не вошла в портфель (облигация СПбГО35001 требует меньших денежных вложений — 323 руб.)

Окончание табл. 12

Название	Портфель В+НС+О	Портфель Д+О
ГазпнфЗРЗР	Облигация не вошла в портфель (более низкая доходность по сравнению с облигацией ОФЗ 29006)	Облигация вошла в портфель
МТС 1Р-10	Облигация не вошла в портфель (выгоднее использовать деньги, полученные с погашения облигации СПбГОЗ5001, реинвестированные в накопительный счет)	Облигация вошла в портфель
МТС 1Р-24	Облигация не вошла в портфель (более низкая доходность по сравнению с облигацией ОФЗ 29006)	Облигация вошла в портфель
Оренб35003	Облигация вошла в портфель (доходность выше, чем у облигации ОФЗ 26234)	Облигация вошла в портфель (доходность выше, чем у облигации ОФЗ 26234)
ОФЗ 26234	Облигация вошла в портфель	Облигация не вошла в портфель
ОФЗ 29006	Облигация вошла в портфель (погашение происходит в первый период. Это позволяет реинвестировать деньги в накопительный счет и использовать их в следующие периоды).	Облигация вошла в портфель (погашение происходит в первый период)
СПБГОЗ5001	Облигация вошла в портфель (требует меньших денежных вложений (323 руб.), чем облигации с погашением в те же периоды)	Облигация вошла в портфель (требует меньших денежных вложений (323 руб.), чем облигации с погашением в те же периоды)
ТрнфБО1Р8	Облигация вошла в портфель (единственная облигация с выплатой в десятый период. Деньги, полученные с ее погашения, выгодно использовать в одиннадцатый период, на который не приходятся выплаты по другим облигациям)	Облигация вошла в портфель (единственная облигация с выплатой в десятый период. Деньги, полученные с ее погашения, выгодно использовать в одиннадцатый период, на который не приходятся выплаты по другим облигациям)

Таблица 13

Стратегия В+НС+О при двух процентах по накопительному счету

Стратегия	В+НС+О ($r_{yu}=15\%$)	В+НС+О ($r_{yu}=14\%$)
Минимальная стоимость портфеля	160 630 руб.	160 757 руб.
Состав портфелей		
ВСК 1Р-01R	0	0
ВТБ Б1-356	0	0
ВТБ Б1-362	0	0
ВТБ Б1-363	0	0
ГазпнфЗРЗР	0	0
МТС 1Р-10	0	0
МТС 1Р-24	0	0
Оренб35003	172	176
ОФЗ 26234	8	7
ОФЗ 29006	50	50
СПБГОЗ5001	83	83
ТрнфБО1Р8	28	28
Вклад (D), руб.	14 734	14 734
Накопительный счет (c_0), руб.	52	319

Для стратегии В+НС+О имеется еще один вид риска, кроме дефолта эмитента, — снижение процента по накопительному счету. Действительно, в мае 2025 г. банк ВТБ снизил процент по накопительному счету до 14%. Однако это лишь незначительно повлияло на результаты вычислений. В табл. 13 представлены результаты сравнения состава оптимальных портфелей при использовании стратегии В+НС+О при $r_{ya} = 15\%$ и $r_{ya} = 14\%$.

Из табл. 13 видно, что при изменении процента по накопительному счету набор облигаций в оптимальных портфелях не изменился, изменилось только незначительно их количество. Увеличилась сумма, которую в начальный момент необходимо разместить на накопительном счете (319 руб. вместо 52 руб.). Стоимость портфеля увеличилась незначительно (на 0,08%).

Заключение

В работе описан подход к составлению портфеля облигаций с фиксированным купоном из эффективных облигаций, отбираемых с использованием моделей DEA. Для составления портфеля были рассмотрены две стратегии. На рассмотренном примере показано, что помимо облигаций в портфель выгодно включать банковский вклад (можно использовать проценты по вкладу в конце каждого периода и тело вклада в последний период) и накопительный счет (можно использовать любую сумму со счета без потери ранее накопленных процентов).

Тема формирования портфеля облигаций по-прежнему остается актуальной и в 2026 г., в связи с существенным ростом интереса инвесторов к данному классу активов, несмотря на снижение ключевой ставки Банка России. Так, в апреле 2026 г. граждане вложили в государственные и корпоративные облигации максимальные за всю историю суммы — 80 млрд и 157 млрд руб. соответственно. Предложенный в работе подход к составлению портфеля также позволяет снизить риск дефолта по облигациям за счет дополнительного анализа облигаций и построения их рейтингов.

Отметим, что дополнительной доработки требует этап составления первоначального набора облигаций. Авторы планируют в будущем написать программу на языке Python, которая будет автоматически отбирать облигации по критериям, задаваемым инвестором.

Источники

Брянцева А. Россияне в 2025 году вложили в облигации рекордные 1,7 трлн рублей // Ведомости. 06.02.2026. URL: <https://www.vedomosti.ru/investments/articles/2026/02/06/1174639-rossiyane-vlozhili-v-obligatsii>.

Бухвалова В. А., Бухвалова В. В. Использование методологии DEA для рейтингования объектов с нелинейной производственной функцией // ITIDS+rrs'2014, Уфа, 18–21 мая 2014 года. Т. 2. Уфа, 2014.

Бухвалова В. В., Сидельникова И. П. Составление портфеля облигаций на основе использования модели линейного программирования // Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем: сборник научных трудов XIX Международной школы-симпозиума АМУР-2025, Симферополь — Судак, 14–27 сентября 2025. Симферополь, 2025.

Календарь дивидендов за 2023 год // Сбербанк, 2023. URL: https://www.sberbank.ru/ru/person/investments/investor_services/dividendniy-kalendar-2023.

Кульша А. Облигации могут и в 2026 году опередить акции по доходности // Ведомости. 13.01.2026. URL: <https://www.vedomosti.ru/investments/articles/2026/01/13/1168774-obligatsii-mogut-operedit-aktsii-po-dohodnosti>.

Московская биржа: сайт. URL: <https://www.moex.com/ru/>

Обзор финансовых инструментов за 2025 год // Банк России, 2026. URL: https://cbr.ru/collection/collection/file/59743/fi_review_2025.pdf.

Разумный Е. У розничных инвесторов вырос спрос на облигации // Ведомости. 04.05.2023. URL: <https://www.vedomosti.ru/investments/articles/2023/05/04/973689-u-roznicnih-investorov-viros-spros-na-obligatsii>.

СберИнвестиции. URL: <https://www.sberbank.ru/ru/person/investments/bonds/>.

СмартЛаб: сайт. URL: <https://smart-lab.ru/>.

Теплова Т. В., Соколова Т. В. Непараметрический метод оболочного анализа для портфельных построений на российском рынке облигаций // Экономика и математические методы. 2017. Т. 53. № 3. С. 110–128.

Тимофеева Н. Ю. Использование облигационного портфеля для наполнения прогнозного бюджета оборотных средств предприятия // Современная экономика: проблемы и решения. 2010. Т. 11. № 11. С. 164–180.

Fin-Plan: сайт. URL: <https://fin-plan.org/bonds/rus/>.

RusBonds: сайт. URL: <https://rusbonds.ru/>.

Amin G., Hajjami M. Improving DEA Cross-Efficiency Optimization in Portfolio Selection // Expert Systems with Applications. 2021. Vol. 168. Iss. 12. P. 114280.

Charnes A., Cooper W., Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision-Making Units // European Journal of Operational Research. 1978. Vol. 2. Iss. 6. P. 429–444.

Fabozzi F., Martellini L., Priaulet P. Advanced Bond Portfolio Management: Best Practices in Modeling and Strategies. John Wiley & Sons, 2006.

Gunjan A., Bhattacharyya S. A Brief Review of Portfolio Optimization Techniques // Artificial Intelligence Review. 2023. Vol. 56, Iss. 112. P. 3847–3886.

Lim S., Oha K., Zhu J. Use of DEA Cross-Efficiency Evaluation in Portfolio Selection: An Application to Korean Stock Market // European Journal of Operational Research. 2014. Vol. 236. Iss. 1. P. 361–368.

Malhotra R., Malhotra D. K., Russel P. Using Data Envelopment Analysis to Rate Bonds // The Journal of Business and Economic Studies. 2010. Vol. 16. Iss. 1. P. 60–78.

Tone K. A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis // European Journal of Operational Research. 2001. Vol. 130. Iss. 3. P. 498–509.

Zhang Z., Xiao Y., Niu H. DEA and Machine Learning for Performance Prediction // Mathematics. 2022. Vol. 10. Iss. 10. P. 1–23.

Zhang Z., Zohren St., Roberts St. Deep Learning for Portfolio Optimization // The Journal of Financial Data Science. 2020. Vol. 2. Iss. 4. P. 8–20.

References

Amin G., Hajjami M. Improving DEA Cross-Efficiency Optimization in Portfolio Selection. *Expert Systems with Applications*, 2021, vol. 168, iss. 12, pp. 114280.

Bryanceva A. *Rossiyane v 2025 godu vlozhili v obligacii rekordnye 1,7 trln rublej [Russians invested a record 1,7 trillion rubles in bonds in 2025]*. Vedomosti [Vedomosti], February 6, 2026. Available at: <https://www.vedomosti.ru/investments/articles/2026/02/06/1174639-rossiyane-vlozhili-v-obligatsii>. (In Russian)

Buhvalova V. A., Buhvalova V. V. Ispol'zovanie Metodologii DEA Dlya Rejtingovaniya Ob'ektov s Nelinejnoy Proizvodstvennoy Funkciej [Using the DEA methodology for Rating Facilities with a Non-Linear Production Function]. *TIDS+rrs'2014*. Vol. 2. Ufa, 2014. (In Russian)

Buhvalova V. V., Sidel'nikova I. P. Sostavlenie Portfelya Obligacij na Osnove Ispol'zovaniya Modeli Linejnogo Programirovaniya [Compilation of a Bond Portfolio Based on the Use of a Linear Programming Model]. *Analysis, Modeling, Management, Development of Socio-Economic Systems*. Simferopol, 2025. (In Russian)

Charnes A., Cooper W., Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision-Making Units. *European Journal of Operational Research*, 1978, vol. 2, iss. 6, pp. 429–444.

Fabozzi F., Martellini L., Priaulet P. *Advanced Bond Portfolio Management: Best Practices in Modeling and Strategies*. John Wiley & Sons, 2006.

Fin-Plan. Available at: <https://fin-plan.org/bonds/rus/>. (In Russian)

Gunjan A., Bhattacharyya S. A Brief Review of Portfolio Optimization Techniques. *Artificial Intelligence Review*, 2023, vol. 56, iss. 112, pp. 3847–3886.

Kalendar' Dividendov za 2023 God [Dividend Calendar for 2023]. Available at: https://www.sberbank.ru/ru/person/investments/investor_services/dividendniy-kalendar-2023. (In Russian)

Kulsha A. *Obligacii Mogut i v 2026 Godu Operedit' Akcii po Dohodnosti [Bonds May Outperform Stocks in Terms of Profitability in 2026]*. Vedomosti [Vedomosti], January 13, 2026. Available at: <https://www.vedomosti.ru/investments/articles/2026/01/13/1168774-obligatsii-mogut-operedit-aktsii-po-dohodnosti>. (In Russian)

Lim S., Oha K., Zhu J. Use of DEA Cross-Efficiency Evaluation in Portfolio Selection: An Application to Korean Stock Market. *European Journal of Operational Research*, 2014, vol. 236, iss. 1, pp. 361–368.

Malhotra R., Malhotra D. K., Russel P. Using Data Envelopment Analysis to Rate Bonds. *The Journal of Business and Economic Studies*, 2010, vol. 16, iss. 1, pp. 60–78.

Moskovskaya Birzha [Moscow Stock Exchange]. Available at: <https://www.moex.com/ru/>. (In Russian)

Obzor Finansovyh Instrumentov za 2025 God [Review of Financial Instruments for 2025]. Bank Rossii [Bank of Russia], 2026. Available at: https://cbr.ru/collection/collection/file/59743/fi_review_2025.pdf. (In Russian)

Razumnyj E. U Roznichnyh Investirov Vyros Spros na Obligacii [Demand for Bonds has Increased Among Retail Investors]. *Vedomosti* [Vedomosti], May 04, 2023. Available at: <https://www.vedomosti.ru/investments/articles/2023/05/04/973689-u-roznichnih-investirov-viros-spros-na-obligatsii>. (In Russian)

RusBonds. Available at: <https://rusbonds.ru/>. (In Russian)

SberInvesticii [Sberbank investments]. Available at: <https://www.sberbank.ru/ru/person/investments/bonds/>. (In Russian)

SmartLab. Available at: <https://smart-lab.ru/>. (In Russian)

Teplova T. V., Sokolova T. V. Neparametricheskij Metod Obolochnogo Analiza Dlya Portfel'nyh Postroenij na Rossijskom Rynke Obligacij [Nonparametric Method of Shell Analysis for Portfolio Constructions in the Russian Bond Market]. *Ehkonomika i Matematicheskie Metody* [Economics and Mathematical Methods], 2017, vol. 53, iss. 3, pp. 110–128. (In Russian)

Timofeeva N. Yu. Ispol'zovanie Obligacionnogo Portfelya Dlya Napolneniya Prognoznogo Byudzheta Oborotnyh Sredstv Predpriyatiya [The Use of the Bond Portfolio to Fill the Projected Budget of the Company's Working Capital]. *Sovremennaya Ehkonomika: Problemy i Resheniya* [Modern Economy: Problems and Solutions], 2010, vol. 11, iss. 11, pp. 164–180. (In Russian)

Tone K. A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 2001, vol. 130, iss. 3, pp. 498–509.

Zhang Z., Xiao Y., Niu H. DEA and Machine Learning for Performance Prediction. *Mathematics*, 2022, vol. 10, iss. 10, pp. 1–23.

Zhang Z., Zohren St., Roberts St. Deep Learning for Portfolio Optimization. *The Journal of Financial Data Science*, 2020, vol. 2, iss. 4, pp. 8–20.

Статья поступила в редакцию 20 июня 2026 г.

Статья рекомендована в печать 10 августа 2026 г.

СТРАХОВАНИЕ

Е. Д. Заболотский

заместитель начальника управления ПАО «Газпром»; соискатель кафедры статистики и экономики Санкт-Петербургского государственного экономического университета

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ РИСК В ОПЕРАЦИЯХ НЕГОСУДАРСТВЕННЫХ ПЕНСИОННЫХ ФОНДОВ

Введение

Демографические процессы оказывают заметное влияние на функционирование финансовых институтов, деятельность которых связана с долгосрочными обязательствами перед населением. Одним из наиболее значимых проявлений такого влияния является риск долголетия. С общественной точки зрения рост продолжительности жизни представляет собой позитивное явление, тогда как для организаций, осуществляющих пожизненные выплаты, он может приводить к существенному увеличению обязательств и создавать угрозы финансовой устойчивости. Особое значение риск долголетия имеет для негосударственных пенсионных фондов (НПФ). Выполняя функцию трансформации денежных потоков и обеспечивая пенсионные выплаты на длительном горизонте, НПФ неизбежно сталкиваются с неопределенностью будущих демографических процессов.

В последние десятилетия риск долголетия стал предметом активного изучения в актуарной науке и финансовой экономике. Значительное внимание уделяется вопросам прогнозирования смертности, моделирования обязательств пенсионных фондов и страховых компаний, а также разработке инструментов управления этими рисками и их хеджирования. В результате риск долголетия был включен в современные риск-ориентированные системы финансового надзора и рассматривается как один из существенных источников долгосрочных рисков для финансового сектора.

Вместе с тем в научной литературе основное внимание отводится оценке ожидаемой величины обязательств и сценарному анализу входящих и исходящих денежных потоков вследствие изменений смертности. Значительно меньше исследован вопрос о том, каким образом различные статистические характеристики распределений позволяют измерять компоненты риска долголетия. Остается недостаточно изученной проблема выбора показателей, способных четко разграничивать микро-риск долголетия, связанный с индивидуальной вариацией продолжительности жизни, и макро-риск долголетия, обусловленный долгосрочными изменениями смертности населения.

Оценка пенсионных обязательств и денежных потоков осуществляется с использованием процедур дисконтирования. В результате возникает вопрос о том, насколько традиционные показатели риска сохраняют свой смысл при переходе от демографических распределений к распределениям финансовых обязательств.

Цель настоящей статьи — исследование проявления риска долголетия в деятельности негосударственных пенсионных фондов и анализ возможностей измерения его отдельных компонент. Особое внимание уделяется сравнению характеристик распределений продолжительности предстоящей жизни и пенсионных обязательств, а также исследованию влияния дисконтирования на измерение риска.

Научная новизна работы состоит в том, что в ней показано, каким образом влияние процедур дисконтирования на характеристики распределений пенсионных обязательств и применение традиционных показателей риска в этом контексте могут смешивать микро- и макрокомпоненты риска долголетия. В качестве более устойчивого индикатора предложено использовать коэффициент асимметрии распределения, позволяющий получать согласованные оценки изменений риска при переходе от демографических характеристик к актуарным обязательствам и настоящим стоимостям денежных потоков.

Понятие риска долголетия

НПФ часто трактуют как финансовый институт, занимающийся межвременной трансформацией денежных потоков (Aaron, 1966; Modigliani, 1987; Bodie, 1990). Это позволяет рассматривать пенсионные фонды как важный элемент теории жизненного цикла и межпоколенческих трансфертов (Breyer, 1989; Lopez Murphy, Musalem, 2004).

Тем не менее современная точка зрения состоит в том, что НПФ представляет собой также и инструмент управления рисками, а именно — форму трансформации рисков во времени. Впервые эту идею, по-видимому, высказал впоследствии ставший лауреатом Нобелевской премии по экономике Р. Мертон в рамках своих исследований неполных рынков (Merton, 1983). Термин «межвременное сглаживание рисков» появился позднее (Allen, Gale, 1997). Но массовое исследование НПФ как соответствующего инструмента стало проводиться только в середине 2000-х гг. (Teulings, de Vries, 2006; Gollier, 2008). При этом основное внимание уделялось именно рискам, связанным с колебаниями доходности, тогда как демографические риски недооценивались.

Понятие демографических рисков в отношении аннуитетных продуктов компаний страхования жизни и пенсионных фондов также менялось. Первоначально оценка обязательств указанных финансовых институтов рассматривалась в рамках детерминистического подхода, и лишь в последние десятилетия произошел переход к преимущественно стохастическим методам (Кудрявцев, 2009). Тем не менее идея риска присутствовала с самого зарождения научных подходов к оценке такого рода. Однако если на первом этапе она трактовалась как любое отклонение от детерминистического тренда, то с переходом к стохастической точке зрения стало важным разделять ряд нюансов.

В частности, риск повышения смертности (например, вследствие эпидемии) будет основным для страховых продуктов, привязанных к факту смерти застрахованного лица, тогда как для аннуитетных продуктов (включая пенсионные выплаты разного типа) базовым будет риск долголетия, то есть противоположный риск, определяемый продолжительностью жизни. При ее увеличении для схем с установленными выплатами происходит рост обязательств пенсионного фонда, так что зафиксированная в момент заключения договора величина пенсионных взносов может быть занижена, в результате чего долгосрочная финансовая устойчивость такого фонда остается под вопросом. Для схем с установленными взносами указанный риск переносится с НПФ на участника (будущего пенсионера) и может проявиться в недостаточно высокой пенсии.

Вследствие этого термин «риск долголетия» довольно поздно отделился от общего понятия «демографический риск». Это произошло только на рубеже тысячелетий — в 90-х гг. прошлого века данный термин, возможно, уже использовался в профессиональном сленге актуариев, но еще не был научно концептуализирован. В академической литературе такой термин был впервые

упомянут, по-видимому, в контексте дискуссий о создании инструментов финансового инжиниринга, привязанных к риску смертности и дожития (Blake, Burgows, 2001). В тот момент сошлись несколько тенденций, которые и привели к возникновению рассматриваемого термина. С одной стороны, к этому времени в профессиональных кругах уже созрело понимание того, что имеет место систематический демографический риск, который невозможно диверсифицировать за счет увеличения пенсионного или страхового портфеля (Corròla et al., 2000; Olivieri, 2001). С другой стороны, это был период пузыря доткомов и общего увлечения инструментами финансового инжиниринга. Соединившись, эти две тенденции привели к возникновению идеи о возможности хеджирования такого систематического демографического риска на финансовом рынке с помощью его секьюритизации, то есть конструирования специальных производных финансовых инструментов.

Возникнув в таком специфическом контексте, термин «риск долголетия» быстро стал универсальным. Уже в 2006 г. МВФ указал этот риск как один из источников системной глобальной и долгосрочной угрозы финансовым рынкам (IMF, 2006). Чуть позднее он появился в контексте надзорных режимов как часть внедрения риск-ориентированной системы финансового надзора. Первым это произошло в Европейском союзе для компаний страхования жизни (Directive 2009/138/EC, art. 105), а затем, спустя несколько лет, было распространено и на пенсионные фонды (Directive (EU) 2016/2341, art. 25). Эта надзорная инновация появилась и в других странах¹: в Австралии — с 2013 г., ужесточение режима с 2023 г. (APRA, 2023), в Китае — с 2016 г., пересмотр в 2022 г. (CBIRC, 2021), в России — с 2017 г., ужесточение планируется на ближайшие годы (Об утверждении Порядка..., 2022), в Канаде — с 2018 г., усложнение с 2025 г. (OSFI, 2024). В Великобритании после выхода из Европейского союза произошло ужесточение надзорного режима в несколько этапов, причем он продолжает усложняться (Bank of England, 2024; TPR, 2024). Внедрение оценок изменения платежеспособности, вызванных риском долголетия, в финансовую отчетность вступило в силу в Индии с 1 апреля 2026 г. (IRDAI, 2025), а в США — с конца 2026 г. (NAIC, 2024).

Тем не менее даже выделение такого термина и его институционализации в рамках регуляторных требований скоро стало недостаточно — появилась необходимость выделения идиосинкразической и систематической частей данного риска. Они соответственно получили наименования микро-риска долголетия (micro-longevity risk) и макро-риска долголетия (macro-longevity risk). Эти риски были названы так потому, что первый из упомянутых был связан с индивидуальными особенностями отдельного лица, тогда как второй — с общим изменением продолжительности жизни когорты или населения в целом (Cui, 2008; Hari et al., 2008).

Критичным для НПФ в долгосрочном плане считается макро-риск долголетия, который проявляется в тенденции к снижению смертности, так как из-за этого возникает опасность рассогласования будущих активов и обязательств для определенных типов пенсионных схем, что чревато проблемами с будущей финансовой устойчивостью. Если оценка обязательств НПФ включает в себя прогноз или сценарии подобных тенденций, то соответствующий риск сводится к анализу правильности такого прогноза или таких сценариев, то есть риск превращается в модельный.

¹ Список не исчерпывающий. Внедрение риск-ориентированного режима надзора происходит во всех странах мира (пусть и с разной скоростью). Ссылки даются на действующую версию законодательства или регуляторных стандартов.

Тем не менее в практическом отношении нельзя пренебрегать и микро-риском долголетия, несмотря на теоретические выводы о его исчезновении вследствие диверсификации. Дело в том, что реальный НПФ может не иметь возможности построения достаточно большого пенсионного портфеля, в рамках которого можно осуществлять перераспределение обязательств, признаваемого нормативными требованиями полностью корректным. Примером может служить оценка обязательств по предполагающему какие-либо элементы солидарной схемы договору пенсионного обеспечения с работодателем. В подобном случае усреднение соответствующих обязательств в силу вероятного перераспределения внутри пенсионного портфеля вполне возможно, но состав участников будет фиксированным (и скорее всего, его объем и структура будут недостаточными для того, чтобы микро-риск стал бы исчезающе мал). Если же говорить об индивидуальных договорах пенсионного обеспечения (когда средства распределяются по пенсионным счетам сразу же), то оба типа риска долголетия смешиваются в реальности до такого состояния, что разделить их можно только на основе теоретической модели.

Распределение пенсионных обязательств

В основе модели демографического риска НПФ лежит случайная величина $T(x)$ продолжительности предстоящей жизни лица в возрасте x лет, так что возраст смерти предполагается равным $x + T(x)$ лет (Бауэрс и др., 2001). Ее распределение увязывается с показателями таблицы смертности:

$$F_{T(x)}(t) = \mathbb{P}[0 \leq T(x) < t] = 1 - {}_t p_x = 1 - \prod_{k=0}^{t-1} p_{x+k},$$

где ${}_t p_x$ — вероятность лица в возрасте x лет дожить до возраста $x + t$ лет, а p_{x+k} — вероятность лица в возрасте $x + k$ лет дожить до возраста $x + k + 1$ год. Показатели последнего типа оцениваются в рамках таблиц смертности, что делает подобную модель полностью измеримой.

Математическое ожидание такой случайной величины представляет собой ожидаемую продолжительность жизни для лица соответствующего возраста:

$$e_x = \mathbb{E}[T(x)].$$

Настоящая стоимость аннуитетов, представляющих собой денежный поток регулярных единичных платежей, оценивается на основе случайной величины $T(x)$. В частности, для лица в возрасте x лет усредненная настоящая стоимость бессрочного аннуитета с ежегодными единичными выплатами в начале соответствующих годовых платежных периодов такая оценка может быть рассчитана как математическое ожидание:

$$\ddot{a}_x = \mathbb{E}\left[\ddot{a}_{T(x)}\right] = \mathbb{E}\left[\frac{1 - v^{T(x)}}{1 - v}\right],$$

где $\ddot{a}_n$ — оценка соответствующего аннуитета, выплачиваемого фиксированное число (n) раз, а $v = 1/(1 + i)$ — коэффициент дисконтирования, рассчитанный по ставке процента i .

Такая формула широко применяется в рамках традиционной актуарной оценки, причем здесь и далее используются стандартные актуарные обозначения. Выбор постоянной ставки соответствует идее долгосрочного прогнозирования, когда

ее будущие колебания усредняются. Очевидно, величина $\ddot{a}_x$ представляет собой убывающую функцию ставки процента i .

Ожидаемую продолжительность жизни лица в возрасте x лет можно представить как предел подобного аннуитета при нулевой ставке

$$e_x = \lim_{i \rightarrow 0+} \mathbb{E} \left[\ddot{a}_{T(x)} \right].$$

Разумеется, при этом предполагается, что делаются единичные выплаты за каждый год дожития, так что единицы измерения меняются с лет на рубли.

Важно, что подобная оценка основана на усреднении, исключающем микро-риск долголетия. Распределение таких оценок для разных типов аннуитетов можно найти, например, в статье (Dhaene, 1990).

Конкретные формы плотности вероятностных распределений случайных величин $T(x)$ и $\ddot{a}_{T(x)}$ для женщины в возрасте 40 лет представлены на рис. 1 и 2, соответственно. Женщины выбраны, потому что на их примере можно контрастнее показать некоторые эффекты. Распределение для мужчин чуть иное, но демонстрирует похожее поведение. Возраст (40 лет) взят как середина трудоспособного периода жизни. Ставка процента, использованная при расчете настоящей стоимости аннуитета, постоянна и равна 5% годовых.

В качестве таблицы смертности взята таблица для российских женщин 2019 г. (последний год перед пандемией Covid-19), сглаженная для исключения локальных особенностей (Помазкин, 2020). Такой выбор года оценивания и исключение указанных особенностей таблицы важны для того, чтобы избежать избыточного переоценивания, когда частные, локальные обстоятельства (включая провал смертности от пандемии) необоснованно воспринимаются как общая, сохраняющаяся во времени, закономерность. Последнее сильно искажает прогноз, так как локальные обстоятельства не обязаны быть постоянными для возрастных интервалов на всем горизонте прогнозирования.

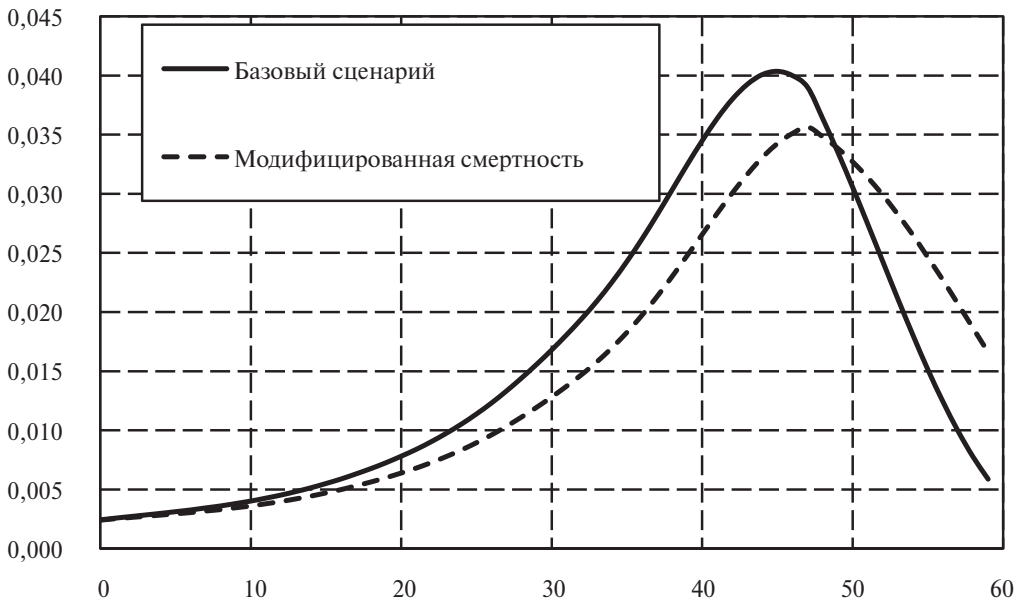


Рис. 1. Плотность распределения продолжительности предстоящей жизни для женщины в возрасте 40 лет

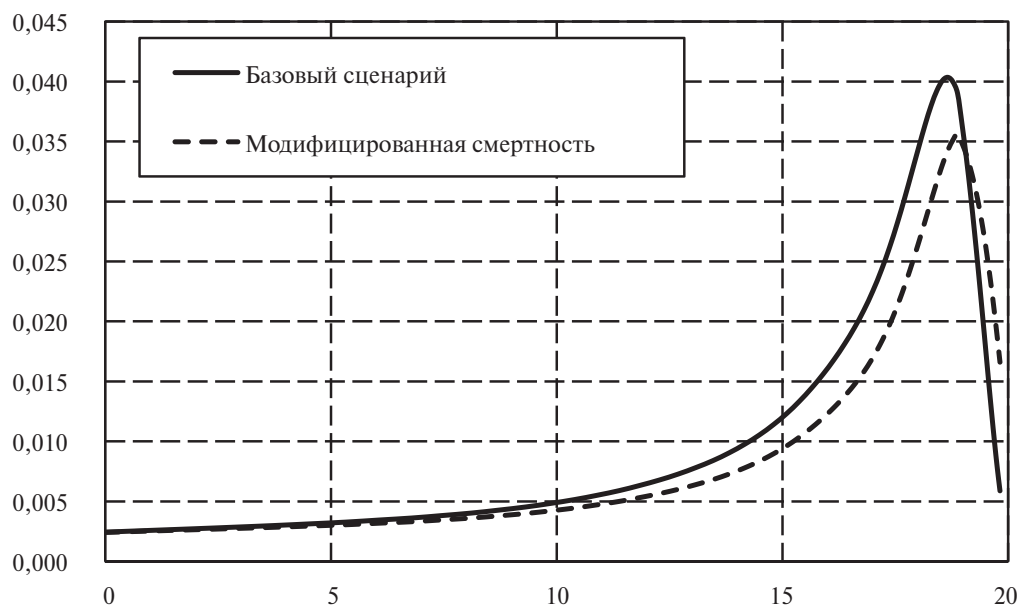


Рис. 2. Плотность распределения случайных обязательств бессрочного аннуитета с ежегодными выплатами в начале соответствующих годовых платежных периодов для женщины в возрасте 40 лет

На рис. 1 и 2 сопоставляются два сценария. Один представляет собой ситуацию «как есть», то есть смертность 2019 г. (с исключенными локальными особенностями и отсутствием эффекта от пандемии) сохраняется на последующие 60 лет. Он показан на рис. 1 и 2 сплошной линией. Второй сценарий показывает постоянное снижение годовых коэффициентов на 1% в год ($\lambda=0,99$), так что коэффициенты смертности для одних и тех же возрастов со временем уменьшаются, а годовые коэффициенты дожития увеличиваются:

$$p_{x+k}^{mod} = 1 - \lambda^k (1 - p_{x+k}) .$$

Такой сценарий хорошо согласуется с исторической тенденцией постепенного снижения смертности. Подобный сценарий изображен на рисунках вероятностных распределений штриховой линией. Причем его правый хвост обрезан для большей сопоставимости изображений.

Поведение указанных распределений совершенно типично, так что полученные при их рассмотрении выводы могут быть распространены на общий случай. В частности, очевидно, что микро-риск долголетия зависит от вариации таких распределений, в том числе от формы «холма» в правой части плотности. В то же время макро-риск долголетия связан со смещением самой кривой плотности, то есть с перетеканием массы вероятностей вправо. Все это ставит вопрос о показателях, с помощью которых можно было бы измерять и сопоставлять различные компоненты риска долголетия.

Измерение компонент риска долголетия

Обычно рассматривают двухэтапную схему расчетов: сначала оценивают микро-риск долголетия в рамках базового (инерционного) сценария, а потом моделируют макро-риск долголетия в рамках сценариев будущего изменения смертности (ИАА, 2014). Однако это означает принципиально разный подход к измерению указанных рисков, так что они становятся несравнимыми. В ряде случаев это неудобно для анализа.

Более того, при оценке обязательств вследствие особенностей формул возникает связь не только между демографическим и финансовым рисками, но и между обоими компонентами риска долголетия. Последнее утверждение, в частности, означает, что расщепление риска долголетия на компоненты может в значительной степени зависеть от неучитываемых внешних факторов. Это противоречит идее устойчивого измерения таких рисков, которая предполагает, что такое расщепление должно быть устойчивым или хотя бы монотонным и знакопостоянным.

Для иллюстрации соответствующих тезисов вернемся к примеру, в котором сопоставляются два сценария. Это позволит дополнить общие рассуждения об измерении отдельными численными оценками, представленными в таблице. В ней показаны некоторые характеристики рассматриваемых распределений случайных обязательств бессрочного пенсионного аннуитета с единичными годовыми платежами для разных ставок процента и случайной продолжительности жизни (численно совпадающей с распределением аннуитета при нулевой ставке), а также их разности, возможно, отражающие величину макро-риска долголетия.

Очевидно, снижение смертности приводит к увеличению математического ожидания (ожидаемой продолжительности жизни или настоящей стоимости единичного годового пенсионного аннуитета). Это может быть неплохим измерителем макро-риска долголетия, но никак не отражает микро-риск.

Из общих соображений можно ожидать, что естественной мерой микро-риска долголетия выступает дисперсия либо стандартное отклонение. Однако с учетом того, что при увеличении риска долголетия растет и ожидаемая продолжительность жизни, возможно, коэффициент вариации в качестве меры такого риска будет более полезным.

Тем не менее, сравнивая показатели, можно сделать вывод о том, что искажения в предлагаемых оценках микро-риска долголетия, вносимые на уровне настоящей стоимости аннуитета, слишком велики для правильного понимания направления и размера их изменения: разность может поменять знак. Поэтому микро-риск долголетия имеет смысл оценивать либо на уровне распределения продолжительности предстоящей жизни, свободного от влияния ставок процента, либо найти иные показатели, которые его адекватно отражают. Дисперсия дает более контрастную картину, но не свободно от единиц измерения (в данном случае квадратных по отношению к исходным). Коэффициент вариации приводит к несколько более адекватным результатам, хотя направление его изменений противоположно изменению макро-риска долголетия (из-за более высокой чувствительности математического ожидания к такому риску). При этом качественное искажение происходит в момент введения коэффициентов дисконтирования, что делает оценки указанного риска на базе распределений пенсионных аннуитетов малополезным.

Иными словами, проявление макро-риска долголетия меняет все традиционные характеристики распределений. Это означает, что при измерении микро-риска с помощью традиционных подходов возникает эффект взаимного влияния рассматриваемых компонентов. Подобный эффект, по-видимому, является ложным и обусловлен неподходящими показателями, выбранными для измерения рисков.

Оба типа распределения — и продолжительности предстоящей жизни, и настоящей стоимости единичного аннуитета — имеют отрицательную асимметрию, так что в обоих случаях математическое ожидание смещено влево относительно медианы. Это, в частности, означает, что масса вероятности справа от математического ожидания больше 50%. Интерпретация этого факта состоит в том, что реальная продолжительность предстоящей жизни будет, скорее всего, больше ожидаемой, а настоящая стоимость фактических выплат аннуитета (пенсии), вероятно,

Таблица

Сравнение характеристик распределений

Характеристика распределения	Сценарий	Распределение продолжительности предстоящей жизни	Распределение обязательств по бессрочному пенсионному аннуитету с годовыми единичными выплатами				
			$i = 1\%$	$i = 3\%$	$i = 5\%$	$i = 7\%$	$i = 9\%$
Математическое ожидание	Базовый	78,932 35	31,903 19	22,643 46	17,114 20	13,600 95	11,241 72
	Модифицированный	82,212 68	34,024 31	23,568 84	17,542 57	13,811 94	11,352 51
	Разность	3,280 32	2,121 12	0,925 38	0,428 37	0,210 99	0,110 79
Дисперсия	Базовый	151,707 18	80,153 19	25,948 28	10,146 40	4,687 29	2,484 99
	Модифицированный	179,363 43	90,357 44	27,175 93	10,153 88	4,580 21	2,403 02
	Разность	27,656 25	10,204 25	1,227 65	0,007 48	-0,107 08	-0,081 97
Стандартное отклонение	Базовый	12,316 95	8,952 83	5,093 94	3,185 34	2,165 01	1,576 38
	Модифицированный	13,392 66	9,505 65	5,213 05	3,186 51	2,140 14	1,550 16
	Разность	1,075 72	0,552 82	0,119 11	0,001 17	-0,024 87	-0,026 22
Коэффициент вариации	Базовый	0,156 04	0,280 63	0,224 96	0,186 12	0,159 18	0,140 22
	Модифицированный	0,162 90	0,279 38	0,221 18	0,181 64	0,154 95	0,136 54
	Разность	0,006 86	-0,001 25	-0,003 78	-0,004 48	-0,004 23	-0,003 68
Коэффициент асимметрии	Базовый	-0,859 73	-1,188 90	-1,896 38	-2,646 29	-3,397 47	-4,113 28
	Модифицированный	-0,900 04	-1,241 78	-1,997 07	-2,802 95	-3,597 26	-4,336 83
	Разность	-0,040 31	-0,052 88	-0,100 69	-0,156 66	-0,199 79	-0,223 55

будет выше ожидаемой. В результате данный факт сам по себе требует введения рискованных надбавок к традиционной актуарной оценке. Важно подчеркнуть, что представленный эффект является следствием микро-риска долголетия, так как таблица смертности здесь зафиксирована и не предполагает будущих изменений.

Кроме того, сравнение рис. 1 и 2 и показателей из таблицы показывает, что распределение случайной величины аннуитета более асимметрично вследствие дисконтирования. Очевидно, чем больше ставка процента, тем сильнее асимметрия, то есть происходит изменение микро-риска долголетия, измеренного таким образом. В данном случае проявляется интересное свойство, связанное с тем, что хотя демографический риск сам по себе (то есть на уровне смертности и дожития) не связан с риском изменения процентных ставок¹ в процессе оценки обязательств НПФ такая связь появляется просто за счет самих процедур оценки (применения формул с коэффициентами дисконтирования).

Макро-риск долголетия будет связан с изменением самой таблицы смертности в форме роста вероятностей p_{x+k} , причем все более сильного с увеличением числа будущих лет k , так что в вероятностях p_x будет наблюдаться накопленный эффект таких изменений вплоть до периода t . Хотя каждое подобное увеличение может быть мало (возможно, порядка десятых и сотых процента) совокупный эффект за несколько десятилетий может быть заметным.

В традиционной демографии такие эффекты рассматриваются в рамках противопоставления продольного и поперечного анализа или, что то же самое, реальных и гипотетических таблиц смертности. Поскольку таблицы смертности традиционно оцениваются как набор показателей для разных поколений, но на одну и ту же дату, а макро-риск долголетия связан с демографическими процессами для поколений, в рамках прогнозирования обязательств НПФ требуются соответствующие поправки к вероятностям дожития.

На рис. 1 макро-риск долголетия будет проявляться в перетекании массы вероятностей слева направо, так что:

- а) предельный возраст дожития будет постепенно увеличиваться (график будет растягиваться вправо),
- б) «холм» распределения будет также смещаться вправо, хотя и становиться менее концентрированным (максимальная точка будет уменьшаться, а «склоны холма» становиться более пологими).

Иными словами, дисперсия и асимметрия распределения будут увеличиваться.

Аналогичная картина будет иметь место для распределения случайного аннуитета (пенсии), то есть для рис. 2: макро-риск долголетия приведет к увеличению асимметрии. При этом для данного распределения наложатся два эффекта — первичный, обусловленный самим макро-риском долголетия, и вторичный, который связан с асимметрией, индуцированной ставками процента и дисконтированием.

Таким образом, измерителем макро-риска долголетия может выступить коэффициент асимметрии либо его монотонные преобразования (например, его кубический корень, используемый для модификации размерности). Рассмотрим коэффициенты асимметрии на примере сравнения двух сценариев, представленных ранее. Из таблицы видно, что такие коэффициенты для двух распределений ведут себя согласованно, коэффициент асимметрии для распределения настоящей

¹ Это — стандартная предпосылка оценивания, базирующаяся на различиях в механизмах проявления указанных рисков. В принципе можно привести примеры, когда она нарушается (скажем, во время сильных финансовых кризисов можно ожидать понижения уровня медицинского обслуживания). Но для таких примеров связь или косвенна, или крайне специфична, так что ее имеет смысл учитывать только для некоторых сценариев неблагоприятного развития событий.

стоимости аннуитетов меняется монотонно при изменении ставки процента, а его знак не меняется. Иными словами, применение таких коэффициентов дает более устойчивую картину для анализа риска долголетия.

Баланс денежных потоков будущих поступлений и отчислений по пенсионному договору

Для полного понимания отдаленных финансовых последствий заключения договора пенсионного обеспечения необходимо исследовать, как будет вести себя баланс между входящими и исходящими денежными потоками по такому договору и к каким последствиям для финансовой устойчивости НПФ может привести возникновение дефицита денежных средств. В реальной жизни провести такое исследование достаточно сложно, так как соответствующие денежные потоки должны соответствовать политике ценообразования НПФ, институциональным ограничениям (прежде всего, учитывать особенности регуляторного режима и налогообложения), а также специфике риск-менеджмента. В данной статье перечисленные аспекты не рассматриваются, так что соответствующий анализ осуществлен в сильно упрощенной форме. Но даже в такой форме результаты получаются неоднозначные.

Типичная солидарная схема с установленными выплатами представляет собой поток пенсионных взносов от момента заключения договора до момента выхода на пенсию, а затем поток пенсионных выплат пожизненно или до установленного срока. Схема с установленными выплатами предполагает фиксацию размера пенсии в момент заключения договора. Взносы выбираются из тех соображений, что они должны соответствовать пенсионным выплатам, но в то же время в них необходимо учесть риски, то есть их должно хватать на такие будущие платежи. Солидарность схемы означает, что возможно перераспределение накопленных средств от тех, кто слишком рано умер, в пользу тех, кто долго живет.

Рассмотрим ситуацию на нетто-уровне, то есть с оценкой взносов в размере математических ожиданий и игнорированием рисков надбавок, налогов и тому подобных компонент. Подобные расчеты на практике обычно представляют собой первый этап обоснования пенсионных тарифов и выявления проблемных зон в области риск-менеджмента.

На рис. 3 представлены денежные потоки для нашего примера женщины, для которой работодатель начинает выплачивать взносы в солидарную схему, когда ей исполнится 40 лет. При этом предполагается, что они будут платиться 20 лет, затем при достижении 60 лет женщина выйдет на пенсию и начнет ее получать пожизненно. Все расчеты проведены на 1 руб. пенсионных платежей.

Для простоты предполагается, что все платежи осуществляются в начале годовых интервалов. В реальности они будут происходить, скажем, ежемесячно, но это сильно усложнит расчеты, тогда как искажения, вызванные подобным упрощением, будут достаточно малы. Разумеется, даже такое упрощение недопустимо на практике, но для иллюстрации проблем в рамках данной статьи вполне уместно.

Рисунок 3 иллюстрирует оба компонента риска долголетия для НПФ. Макро-риск связан с увеличением компонентов денежного потока, который обуславливает смещение тарифа (размера взноса, приходящегося на 1 руб. установленной пенсии). Поэтому линии, указывающие на величины настоящей стоимости совокупного денежного потока, близки. Микро-риск долголетия связан с тем, что случай смерти произойдет в правой части оси, где величина баланса настоящих стоимостей будет отрицательной.

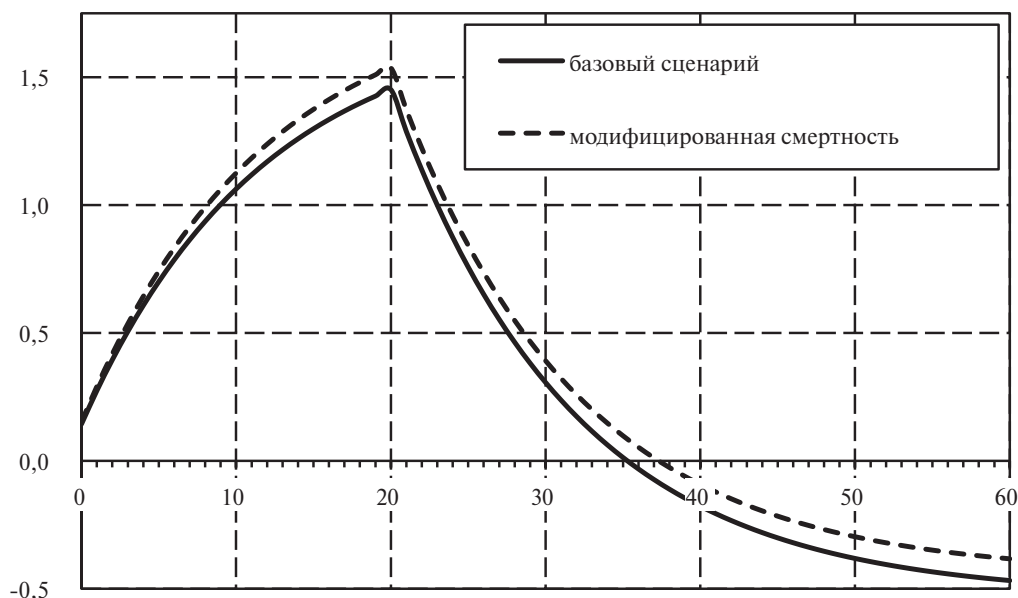


Рис. 3. Ожидаемая разность между настоящей стоимостью взносов и обязательств по договору пенсионного обеспечения на 1 рубль пенсионных платежей при разной продолжительности предстоящей жизни женщины в возрасте 40 лет

Этот рисунок показывает только альтернативные варианты настоящих стоимостей при различной реализации события $\{T(x) = t\}$. Соответственно, он не учитывает распределения вероятностей, показанного ранее на рис. 1. При сопоставлении указанных рисунков видно, что основная масса вероятности распределения продолжительности предстоящей жизни приходится как раз на те возраста смерти, в которые проявится микро-риск долголетия. Вероятность того, что разность настоящих стоимостей денежных потоков, оцененных на нетто-уровне, будет отрицательной, для базового сценария составит чуть менее 68%, а для сценария модифицированной смертности — чуть более 70%.

Хотя на рис. 3 кривая разности настоящих стоимостей для сценария модифицированной смертности расположена выше, то есть макро-риск долголетия частично компенсирует микро-риск, механизм такого влияния через тарифы слишком слаб по сравнению с механизмом прямого влияния на вероятностное распределение, показанное на рис. 1. Поэтому результирующее воздействие будет отрицательным: макро-риск долголетия повышает вероятность дефицита пенсионного фонда. Тем не менее подобное повышение будет меньше, чем можно было бы ожидать из сопоставлений на уровне распределений предстоящей жизни.

Рисковые надбавки, увеличивающие величину пенсионных взносов, позволят сдвинуть соответствующие кривые на рис. 3 вверх, что уменьшит указанные вероятности, но они все же останутся достаточно большими. Иными словами, одних рискованных надбавок (т. е. мер исключительно в рамках тарификации) недостаточно для существенной компенсации риска долгосрочной финансовой устойчивости. Для решения вопроса нужна активная политика в области управления активами.

Заключение

Риск долголетия представляет собой важный аспект долгосрочной финансовой устойчивости НПФ. Он часто недооценивается, так как увеличение продолжительности жизни с общесоциальной точки зрения представляется благом. Однако его

значение возрастает по мере старения населения и развития пенсионных схем, предусматривающих длительные, пожизненные выплаты. В связи с этим особую важность приобретают корректное измерение различных компонентов данного риска и оценка их влияния на обязательства пенсионных фондов.

В работе показано, что риск долголетия имеет сложную структуру и включает как микро-риск, обусловленный индивидуальной вариацией продолжительности жизни участников пенсионных программ, так и макро-риск, связанный с долгосрочными изменениями смертности населения. Несмотря на различную природу этих компонентов, их измерение на практике становится взаимосвязанным вследствие особенностей актуарной оценки обязательств и денежных потоков.

Проведенный анализ распределений продолжительности предстоящей жизни и соответствующих пенсионных обязательств показал, что использование традиционных статистических характеристик риска не всегда позволяет корректно разграничивать отдельные компоненты риска долголетия. Установлено, что применение процедур дисконтирования способно существенно изменять характеристики распределений обязательств, вследствие чего показатели вариации могут демонстрировать неустойчивое поведение и приводить к смещению микро- и макрокомпонентов риска.

В качестве альтернативного подхода предложено использовать коэффициент асимметрии распределения. В частности, продемонстрировано, что данный показатель более устойчив к изменениям параметров финансовой оценки обязательств и позволяет получать согласованные результаты при анализе последствий изменения смертности. Это дает основание рассматривать коэффициент асимметрии как перспективный инструмент измерения риска долголетия в деятельности негосударственных пенсионных фондов.

Кроме того, исследование показало, что тарифные механизмы обладают ограниченными возможностями компенсации последствий роста продолжительности жизни. Хотя изменение тарифов позволяет частично учитывать соответствующие риски, их влияние оказывается недостаточным для существенного снижения долгосрочных угроз финансовой устойчивости НПФ. Следовательно, эффективное управление риском долголетия требует не только совершенствования актуарных методов оценки обязательств, но и развития инструментов управления портфелем, обеспечивающих согласование структуры активов и обязательств пенсионных фондов на длительном временном горизонте.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке подходов к риск-менеджменту НПФ, совершенствовании методов актуарной оценки и дальнейшем исследовании взаимосвязи демографических и финансовых факторов, влияющих на устойчивость пенсионных систем.

Источники

- Бауэрс Н. Гербер Х., Джонс Д., Несбитт С., Хикман Джр. Актуарная математика. М., 2001.
- Кудрявцев А. А. Методология актуарного анализа. СПб., 2009.
- Об утверждении Порядка проведения негосударственным пенсионным фондом стресс-тестирования и Требований к его результатам: Указание Банка России № 6223-У: [принято Центральным банком Российской Федерации 16.08.2022; зарегистрировано в Минюсте РФ 21.09.2022 № 70168].
- Помазкин Д. В. Характеристики таблицы смертности населения РФ за 2019 год. М., 2020.
- Aaron H. The Social Insurance Paradox // The Canadian Journal of Economics and Political Science. 1966. Vol. 32. Iss. 3. P. 371–374.
- Allen F., Gale D. From what Financial System is Optimal? // The Review of Financial Studies. 1997. Vol. 10. Iss. 3. P. 523–546.

- Blake D., Burrows W. Survivor Bonds: Helping to Hedge Mass-longevity Risk // *Journal of Risk and Insurance*. 2001. Vol. 68. Iss. 2. P. 339–348.
- Bodie Z. Pension Funds and Financial Innovation // *Financial Management*. 1990. Vol. 19. Iss. 3. P. 11–22.
- Breyer F. On the Efficiency of Funded and Unfunded Pension Systems // *Journal of Institutional and Theoretical Economics*. 1989. Vol. 145. Iss. 3. P. 500–511.
- Coppola M., Di Lorenzo E., Sibillo M. Risk Sources in a Life Annuity Portfolio: Decomposition and Measurement Tools // *Journal of Actuarial Practice*. 2000. Vol. 8. P. 43–61.
- Cui J. Longevity Risk Pricing. Netspar Discussion Paper. 2008. No. 01/2008-001.
- Determination of Retirement and Longevity Risk: report. Ottawa: International Actuarial Association (IAA), 2014.
- Dhaene J. Distributions in Life Insurance // *ASTIN Bulletin*. 1990. Vol. 20. Iss. 1. P. 81–92.
- Directive (EU) 2016/2341 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2016 on the Activities and Supervision of Institutions for Occupational Retirement Provision (IORPs) // *Official Journal of the European Union*, OJ L 354, 2016.
- Directive 2009/138/EC of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the Taking-up and Pursuit of the Business of Insurance and Reinsurance (Solvency II) (recast) // *Official Journal of the European Union*, L 335, 2009.
- Global Financial Stability Report: Market Development and Institutional Investors. September 2006. Washington, DC: IMF, 2006.
- Gollier C. Intergenerational Risk Sharing and Risk Taking of a Pension fund // *Journal of Public Economics*. 2008. Vol. 92. Iss. 5–6. P. 1463–1485.
- Hari N., Waegenaere A., Melenberg B., Nijman T. Longevity Risk in Portfolios of Pension Annuities // *Insurance: Mathematics and Economics*. 2008. Vol. 42. Iss. 2. P. 505–519.
- Indian Risk Based Capital Framework // Insurance Regulatory and Development Authority of India. Hyderabad: IRDAI, 2025.
- Life Insurance Capital Adequacy Test (LICAT) 2025 Guideline // Office of the Superintendent of Financial Institutions. Ottawa: OSFI, 2024.
- Lopez Murphy P., Musalem A. R. Pension Funds and National Saving. Working Paper No. 3410. World Bank Policy Research, 2004.
- Merton R. C. On the Role of Social Security of Alternative Parliamentary Pension Schemes in an Economy with Asymmetric Information / NBER Working Paper No. 1158, 1983.
- Modigliani F. The role of Intergenerational Transfers and Life Cycle Saving in the Accumulation of Wealth // *Journal of Economic Perspectives*. 1987. Vol. 2. Iss. 2. P. 15–40.
- Olivieri A. Measuring Solvency and Longevity Risks for a Life Annuity Portfolio // *Insurance: Mathematics and Economics*. 2001. Vol. 28. Iss. 3. P. 343–359.
- Prudential Standard LPS 115. Capital Adequacy: Insurance Risk Charge // Australian Prudential Regulation Authority. Sydney: APRA, 2023.
- Risk-Based Capital (RBC) Operational Framework and Longevity Risk Integration Guidelines: Standard Framework // National Association of Insurance Commissioners. Kansas City: NAIC, 2024.
- Solvency UK: Longevity Risk Transfers: Supervisory Statement SS18/16 // Prudential Regulation Authority; Bank of England. London: Bank of England, 2016.
- Teulings C. N., de Vries C. G. Generational Accounting, Solidarity and Pension Reform // *De Economist*. 2006. Vol. 154. Iss. 1. P. 63–83.
- The General Code of Practice: Governance and Administration of Occupational Pension Schemes // The Pensions Regulator. Brighton: TPR, 2024.
- The Insurance Solvency Regulatory Rules II (C-ROSS. Phase II) // China Banking and Insurance Regulatory Commission. Beijing: CBIRC, 2021.

References

- Aaron H. The social insurance paradox. *The Canadian Journal of Economics and Political Science*, 1966, vol. 32, iss. 3, pp. 371–374.
- Allen F., Gale D. From what financial system is optimal? *The Review of Financial Studies*, 1997, vol. 10, iss. 3, pp. 523–546.
- Blake D., Burrows W. Survivor bonds: helping to hedge mass-longevity risk. *Journal of Risk and Insurance*, 2001, vol. 68, iss. 2, pp. 339–348.
- Bodie Z. Pension funds and financial innovation. *Financial Management*, 1990, vol. 19, iss. 3, pp. 11–22.

- Bowers N., Gerber H., Jones D., Nesbitt S., Hickman J. Jr. *Aktuarnaya matematika [Actuarial Mathematics]*. Moscow, 2001. (In Russian)
- Breyer F. On the efficiency of funded and unfunded pension systems. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 1989, vol. 145, iss. 3, pp. 500–511.
- Coppola M., Di Lorenzo E., Sibillo M. Risk sources in a life annuity portfolio: decomposition and measurement tools. *Journal of Actuarial Practice*, 2000, vol. 8, pp. 43–61.
- Cui J. *Longevity Risk Pricing*. Netspar Discussion Paper. 2008. No. 01/2008-001.
- Determination of Retirement and Longevity Risk: report*. Ottawa: International Actuarial Association (IAA), 2014.
- Dhaene J. Distributions in life insurance. *ASTIN Bulletin*, 1990, vol. 20, iss. 1, pp. 81–92.
- Directive (EU) 2016/2341 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2016 on the activities and supervision of institutions for occupational retirement provision (IORPs). *Official Journal of the European Union*, OJ L 354, 2016.
- Directive 2009/138/EC of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the taking-up and pursuit of the business of Insurance and Reinsurance (Solvency II) (recast). *Official Journal of the European Union*, L 335, 2009.
- Global financial stability report: market development and institutional investors*. Washington, DC: IMF, 2006.
- Gollier C. Intergenerational risk sharing and risk taking of a pension fund. *Journal of Public Economics*, 2008, vol. 92, iss. 5–6, pp. 1463–1485.
- Hari N., Waegenare A., Melenberg B., Nijman T. Longevity risk in portfolios of pension annuities. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2008, vol. 42, iss. 2, pp. 505–519.
- Indian Risk Based Capital Framework*. Insurance Regulatory and Development Authority of India. Hyderabad: IRDAI, 2025.
- Kudryavtsev A. A. *Metodologiya aktuarnogo analiza [Methodology of actuarial science]*. St. Petersburg, 2009. (In Russian)
- Life Insurance Capital Adequacy Test (LICAT) 2025 Guideline*. Office of the Superintendent of Financial Institutions. Ottawa: OSFI, 2024.
- Lopez Murphy P., Musalem A. R. *Pension Funds and National Saving*. Working Paper No. 3410. World Bank Policy Research, 2004.
- Merton R. C. *On the role of social security of alternative parliamentary pension schemes in an economy with asymmetric information*. NBER Working Paper No. 1158, 1983.
- Modigliani F. The role of intergenerational transfers and life cycle saving in the accumulation of wealth. *Journal of Economic Perspectives*, 1987, vol. 2, iss. 2, pp. 15–40.
- Olivieri A. Measuring solvency and longevity risks for a life annuity portfolio. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2001, vol. 28, iss. 3, pp. 343–359.
- Ob utverzhdenii Poryadka provedeniya negosudarstvennym pensionnym fondom stress-testirovaniya i Trebovaniy k yego rezul'tatam: Ukazaniye Banka Rossii № 6223-U: prinyato Tsentral'nyim bankom Rossiyskoy Federatsii 16.08.2022; zaregistrirovano v Minyuste RF 21.09.2022 № 70168 [On approval of the Procedure for conducting stress testing by a non-state pension fund and the Requirements for its results: Bank of Russia Instruction No. 6223-U: [adopted by the Central Bank of the Russian Federation on 16.08.2022; registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on 21.09.2022 No. 70168]*. (In Russian)
- Pomazkin D. V. *Kharakteristiki tablitsy smertnosti naseleniya RF za 2019 god [Characteristics of the 2019 Mortality Table for the Population of the Russian Federation]*. Moscow, 2020. (In Russian)
- Prudential Standard LPS 115. Capital Adequacy: Insurance Risk Charge*. Australian Prudential Regulation Authority. Sydney: APRA, 2023.
- Risk-Based Capital (RBC) operational framework and longevity risk integration guidelines: standard framework*. National Association of Insurance Commissioners. Kansas City: NAIC, 2024.
- Solvency UK: longevity risk transfers: Supervisory Statement SS18/16*. Prudential Regulation Authority; Bank of England. London: Bank of England, 2016.
- Teulings C. N., de Vries C. G. Generational accounting, solidarity and pension reform. *De Economist*, 2006, vol. 154, iss. 1, pp. 63–83.
- The General Code of Practice: governance and administration of occupational pension schemes*. The Pensions Regulator. Brighton: TPR, 2024.
- The Insurance Solvency Regulatory Rules II (C-ROSS. Phase II)*. China Banking and Insurance Regulatory Commission. Beijing: CBIRC, 2021.

Статья поступила в редакцию 10 июня 2026 г.

Статья рекомендована в печать 10 августа 2026 г.

РЫНОК ТОВАРОВ И УСЛУГ

А. А. Гавриленко

аспирант кафедры статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного экономического университета

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОСТУПНОСТИ ЖИЛЬЯ ДЛЯ МОЛОДЫХ СЕМЕЙ В УСЛОВИЯХ СТОХАСТИЧЕСКИХ ШОКОВ (НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)

Введение

Обеспечение населения, и в первую очередь, молодых семей, доступным и комфортным жильем является одной из фундаментальных социально-экономических задач Российской Федерации. Решение жилищной проблемы сопряжено с реализацией национальных проектов «Жилье и городская среда» и «Демография» (Национальные проекты, 2025). В качестве основного инструмента стимулирования спроса на жилье государством были внедрены масштабные программы субсидирования процентных ставок, среди которых ключевую роль играет «Семейная ипотека» (Государственная поддержка, 2025).

Однако эмпирические данные убедительно свидетельствуют о возникновении структурного макроэкономического парадокса. Суть его заключается в следующем: массированная накачка рынка дешевой ликвидностью (характерная для периодов сверхмягкой денежно-кредитной политики) при одновременном сохранении неэластичного или институционально ограниченного предложения на первичном рынке жилья запускает не снижение общей стоимости заимствований для конечных потребителей, а избирательную инфляцию финансовых и нефинансовых активов. В частности, снижение стоимости обслуживания ипотечного долга вслед за уменьшением ключевой ставки или запуском льготных программ парадоксальным образом нивелируется опережающим ростом цен на первичную недвижимость.

Механизм этого эффекта достаточно прозрачен: дешевые кредиты расширяют платежеспособный спрос, но из-за жесткости предложения (административные барьеры, дефицит земли, монополизация девелопмента, длительный цикл строительства) избыточная ликвидность капитализируется не в росте ввода жилья, а в ценах. Продавцы и застройщики извлекают почти всю потребительскую выгоду от низких ставок через повышение стоимости квадратного метра.

В результате отчетливо проявляется ключевой параметр социальной эффективности рынка — доступность жилья (отношение медианных доходов домохозяйств к средней цене типовой квартиры или уровень ипотечной нагрузки) — не только не улучшается в ответ на стимулирующие меры, но в ряде случаев системно деградирует. Более того, возможно накопление долгосрочных дисбалансов: завышенные цены отрываются от арендных доходов, растет риск формирования пузырей, а последующее ужесточение политики оборачивается резкой коррекцией с социальными издержками для уязвимых групп заемщиков.

Особенно остро данная проблематика проявляется в крупнейших агломерациях с высокой инвестиционной привлекательностью и миграционным притоком, таких как Санкт-Петербург. Рынок недвижимости Санкт-Петербурга характеризуется

высокой плотностью застройки, ограниченностью земельного банка в черте города и выраженными инфраструктурными барьерами, что делает реакцию объемов жилищного строительства на колебания спроса замедленной и нелинейной.

Цель исследования: разработка, спецификация и статистическая верификация экономико-математической модели, позволяющей количественно оценить влияние объемов жилищного строительства и параметров ипотечного кредитования на индекс доступности жилья для молодых семей.

Методологическую основу статьи составляют концепции математической экономики, прикладной статистики и эконометрики. Общий вид исследуемой зависимости может быть представлен как:

$$Y = f(X, E), \quad (1)$$

где Y — эндогенная переменная (индекс доступности); X — система векторов экзогенных переменных (макроэкономические и демографические факторы); E — вектор случайных возмущений.

Методология и спецификация экономико-математической модели

В качестве базового теоретико-методологического инструментария исследования выбран метод классического многофакторного регрессионного анализа временных рядов. Целевая эндогенная переменная (y) представлена модифицированным коэффициентом доступности жилья (kd), методологически опирающийся на расчетные стандарты ООН-ХАБИТАТ (UN-HABITAT). Коэффициент доступности жилья использован, например, в статье Н. Б. Косаревой и Т. Д. Полиди (Косарева, Полиди, 2019). Этот показатель рассчитывается по формуле:

$$kd = \frac{(p_{sqm} \cdot 54)}{(i_{fam} \cdot 12)}, \quad (2)$$

где p_{sqm} — средневзвешенная рыночная цена 1 кв. м на первичном рынке жилой недвижимости в период t , тыс. руб.; 54 — фиксированный социальный норматив общей площади жилья (в кв. м); i_{fam} — совокупный среднемесячный номинальный доход молодой семьи, состоящей из двух работающих человек, тыс. руб.

Использование норматива площади жилья в 54 кв. м регламентировано: на региональном уровне данный стандарт подтверждается Законом Санкт-Петербурга № 407-65, согласно ст. 5 которого норма предоставления площади жилого помещения составляет 18 квадратных метров на одного члена семьи, состоящей из двух и более человек. В данном примере рассматривается площадь на двух взрослых и одного ребенка.

Для формализации стохастических связей между доступностью жилья и экзогенными факторами была выбрана полулогарифмическая спецификации. Если использовать классическую линейную спецификацию, это означало бы, что каждый новый введенный миллион квадратных метров жилья снижает индекс недоступности на постоянную величину. В экономике мегаполисов (особенно Санкт-Петербурга) такая формализация зависимости не работает. На начальных этапах освоения новых территорий (окраин или пустующих участков) ввод жилья обеспечивает наиболее заметное снижение индекса доступности. Но по мере уплотнения застройки, истощения пятен под строительство и перегрузки инфраструктуры (дорог, школ) застройщики вынуждены переходить к более дорогим проектам. Предельная эффективность каждого нового построенного квадратного метра начинает снижаться:

дополнительный объем ввода жилья приносит все меньшее уменьшение индекса доступности, поскольку пространственные и инфраструктурные ограничения мегаполиса требуют все больших инвестиций для достижения того же социального эффекта. Теоретическим обоснованием такого эффекта служат методологические концепции пространственной эконометрики, представленные в трудах Дж. Хекмана (Hekman, 1979) и С. А. Айвазяна (Айвазян, 2010):

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(x_1) + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \varepsilon, \tag{3}$$

где x_1 — объем ввода жилых домов в многоквартирном фонде Санкт-Петербурга, млн кв. м; x_2 — средневзвешенная процентная ставка по ипотечным жилищным кредитам (ИЖК) в рублях, % годовых; x_3 — общий коэффициент брачности на 1000 человек населения; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ — оцениваемые параметры (коэффициенты регрессии); ε — стохастическая компонента (случайная ошибка модели).

Выбор логарифмической формы для переменной x_1 продиктован жесткими градостроительными ограничениями мегаполиса, подробно описанными в трудах Г. М. Стерника (Стерник, Стерник, 2021). По мере насыщения рынка и истощения экстенсивных резервов роста территории Санкт-Петербурга, для достижения одного и того же эффекта снижения индекса доступности требуются все большие физические объемы ввода жилья. Параметры модели оцениваются с помощью метода наименьших квадратов (МНК).

Эмпирический базис исследования

Эмпирическую основу моделирования составили верифицированные ряды годовых данных Росстата и Центрального банка РФ за временной интервал 2018—2025 гг. Включение в выборку данных за 2024 и 2025 гг. критически важно для фиксации структурных сдвигов на рынке, вызванных сворачиванием программ безадресного субсидирования.

Таблица 1

Динамика макроэкономических и демографических индикаторов рынка жилья Санкт-Петербурга

Год	Ввод жилья, млн кв. м (x_1)	Ставка по ипотеке, % (x_2)	Кoeff. брачности (x_3)	Цена 1 кв. м, тыс. руб.	Доход семьи, тыс. руб.	Индекс доступности (y)
2018	3,600	9,59	8,2	107,62	107,41	4,51
2019	3,200	9,79	9,2	115,70	112,96	4,61
2020	3,200	7,65	7,6	125,83	121,96	4,64
2021	3,213	7,29	9,3	168,55	134,84	5,63
2022	3,214	6,16	10,8	223,70	147,36	6,83
2023	3,263	7,67	9,2	214,57	179,01	5,39
2024	2,514	8,36	9,0	266,68	215,76	5,56
2025	2,487	7,56	9,0	282,32	207,68	6,12

Источник: составлено автором по официальным данным ЕМИСС (Объем жилищного строительства..., 2025; Общие коэффициенты брачности..., 2025; Средняя цена 1 кв. м..., 2025; Средний уровень процентной ставки..., 2025), Росстата (Уровень жизни..., 2025).

Анализ данных табл. 1 позволяет выявить несколько ключевых тенденций. Во-первых, объемы ввода жилья (x_1) демонстрируют относительную стабильность вплоть до 2023 г. (около 3,2 млн кв. м), однако в 2024—2025 гг. наблюдается резкое

снижение до 2,5 млн кв. м, что связано с ужесточением денежно-кредитной политики и удорожанием проектного финансирования. Во-вторых, средневзвешенная ипотечная ставка (x_2) после минимума в 2022 г. (6,16%) начала расти, но даже в 2025 г. составила всего лишь 7,56% — это парадоксально низкий уровень на фоне высокой ключевой ставки. В-третьих, цена квадратного метра неуклонно растет, достигнув 282 тыс. руб. в 2025 г., что сопровождается опережающим ростом индекса доступности (y) — с 4,51 в 2018 г. до 6,12 в 2025 г., то есть жилье становится менее доступным.

Эконометрическое тестирование и верификация модели

Вычисление параметров уравнения регрессии методом наименьших квадратов позволило получить следующую итоговую эконометрическую модель, где под параметрами в скобках приведены стандартные ошибки:

$$y = 5,881 - 1,790 \cdot \ln(x_1) - 0,334 \cdot x_2 + 0,465 \cdot x_3. \quad (4)$$

(1,607) (0,681) (0,086) (0,111)

Расчетные значения t -статистики Стьюдента для коэффициентов составили: 3,66; -2,63; -3,87; 4,20.

Для подтверждения статистической надежности и возможности практического применения полученного уравнения регрессии был реализован комплекс диагностического тестирования остатков. Расчетное значение статистики Фишера составило $F = 27,18$ (p -value = 0,004). Факторы стоимости кредитных ресурсов (x_2) и демографического давления (x_3) признаются высокосignификантными. Статистика Дарбина—Уотсона зафиксирована на уровне $DW = 1,782$, что подтверждает отсутствие значимой линейной автокорреляции. Применение нелинейного теста Уайта выдало статистику Лагранжа $LM = 5,12$ ($p = 0,27$), так что гипотеза о гомоскедастичности дисперсии случайной компоненты принимается.

Обсуждение и интерпретация результатов

Построенная модель позволила получить численные оценки ключевых взаимосвязей в рамках ипотечно-жилищного комплекса Санкт-Петербурга. Полученные коэффициенты регрессии и показатели эластичности выполняют двойную функцию. Во-первых, они дают возможность количественно зафиксировать уже сложившиеся структурные дисбалансы: например, превышение темпов роста цен на первичное жилье над динамикой реальных доходов населения или несинхронность между вводом новых площадей и доступностью ипотечного кредитования. Во-вторых, эти же коэффициенты служат эмпирической базой для формулирования ряда обоснованных гипотез относительно будущей траектории развития строительной отрасли и рынка жилья в Санкт-Петербурге. Речь может идти о таких аспектах, как скорость замещения точечной застройки комплексным освоением территорий, чувствительность инвестиционной активности к изменению ключевой ставки, либо о вероятности консервации сложившихся диспропорций в сегменте массового жилья. Таким образом, результаты моделирования представляют собой не просто инструмент диагностики текущего состояния, но и полноценную аналитическую основу для среднесрочного прогнозирования вектора трансформации всего инвестиционно-строительного комплекса Санкт-Петербурга.

Рассмотрим математическое обоснование парадокса процентной ставки по ипотеке и формирование «институциональной ловушки». Ключевую значимость в модели имеет коэффициент при переменной x_2 ($\beta_2 = -0,334$). Отрицательный

знак данного параметра подтверждает парадоксальный макроэкономический тренд: снижение процентной ставки по ипотечным кредитам влечет за собой системное ухудшение реальной доступности жилья, т. е. рост индекса доступности, у. Этот вывод полностью согласуется с концепциями А. О'Салливана (O'Sullivan, 2011) и Р. Энгла (Engle, 1982). Можно предположить, что российский рынок недвижимости оказался в классической «институциональной ловушке»: отмена льготной ипотеки немедленно приводит к коллапсу спроса и угрозе банкротства девелоперов, а ее продолжение генерирует непрерывную инфляцию актива, делая жилье недоступным для тех, кто не попадает под критерии субсидирования.

Модель позволяет увидеть феномен скрытой «шринкфляции» на фоне неэластичного предложения, что связано с переменной x_1 (объем ввода жилья). Коэффициент $\beta_1 = -1,79$ при логарифме x_1 показывает, что эластичность индекса доступности по объему ввода составляет $-1,79$, то есть увеличение ввода на 1% приводит к снижению доступности жилья, у примерно на 1,79% — однако этот эффект убывает с ростом x_1 . Логарифмическая форма связи подтверждает фундаментальный экономический закон убывающей предельной производительности строительного сектора в условиях пространственной замкнутости Санкт-Петербурга (Чурилова, 2024). Исходя из полученных данных может быть выдвинута гипотеза о качественной деградации вводимого жилья (x_1). Пытаясь сохранить приемлемый для потребителя чек (абсолютную стоимость квартиры) на фоне растущих цен (более 280 тыс. руб. за кв. м), застройщики массово переходят к «шринкфляции» недвижимости — снижению средней площади лотов, то есть к увеличению доли студий и микро-квартир. Это искажает статистику доступности и вступает в прямое противоречие с целями демографической политики государства, так как маленькое по площади жилье не предполагает расширения семьи.

Проведенный анализ выявляет эффект, который с полным основанием может быть квалифицирован как систематическая ошибка отбора на российском ипотечном рынке в 2024–2025 гг. (Systematic Selection Bias) в официальной статистике ставок кредитования. Суть данного феномена заключается в том, что на фоне высокого уровня ключевой ставки Банка России — устойчиво превышающей значения 18–20% годовых — публикуемая средневзвешенная ставка по выданным ипотечным кредитам парадоксальным образом снизилась до 7,56%. Такое противоречие классической монетарной логике (рост ключевой ставки должен вести к удорожанию кредитов для всех заемщиков) объясняется механизмом, который и порождает ошибку отбора.

Решающим фактором здесь является практически полное вымывание не-субсидируемого (рыночного) сегмента ипотечного кредитования. В условиях, когда стандартная банковская ставка для заемщика без государственной поддержки превышала 20–22%, спрос на ипотечные кредиты свелся практически к нулю. В официальную выборку для расчета средней ставки попадали те немногие кредитные договоры, которые были заключены. А поскольку подавляющее большинство сделок в условиях сверхвысокой ключевой ставки осуществлялось только в рамках льготных, субсидируемых государством программ (при ставке 6–8%), то статистика фиксирует «среднюю температуру по больнице» — то есть усредненную ставку по ипотеке, рассчитанную по суженной, качественно неоднородной выборке. Истинно рыночный сегмент, где ставки были бы сопоставимы с ключевой ставкой, в эту выборку практически не попадает, так как таких выдач почти нет. Именно в этом состоит проявление систематической ошибки отбора: статистические данные перестают отражать реальную цену денег для экономики и дают искаженную (заниженную) картину доступности кредитных ресурсов.

Возникает обоснованное предположение о том, что данная ошибка маскирует формирование новых, ранее не фиксировавшихся системных рисков. Официальный низкий показатель средней ставки по ипотеке создает иллюзию относительного благополучия на рынке жилищного кредитования. Однако в действительности ситуация такова: классическая рыночная (несубсидируемая) ипотека становится недоступной для подавляющего большинства населения. Одновременно с этим девелоперы (застройщики), стремясь сохранить спрос на первичном рынке жилья, вынуждены в обход стандартных банковских механизмов конструировать и предлагать покупателям суррогатные финансовые инструменты.

Среди таких инструментов, которые формируют сегмент «теневого финансирования», можно выделить:

1. Траншевая ипотека — схема, при которой кредит разбивается на части (транши) с разными ставками и условиями обслуживания, часто с очень низкой ставкой на начальный период и резким ростом в последующем.
2. Длительные рассрочки от застройщика (на 3–5 лет и более), которые по форме близки к кредитованию, но не подпадают под банковское регулирование и требования к резервированию.
3. Схемы с кешбэком и искусственным завышением цены, когда покупателю возвращается часть уплаченных средств, что позволяет формально соблюсти требования льготных программ или скрыть реальную стоимость кредита.

Все перечисленные инструменты обладают тремя общими чертами. Первое: они существенно снижают прозрачность рынка для регулятора (Банка России, Росфинмониторинга, ФНС), поскольку реальные потоки платежей и эффективные ставки оказываются «размазанными» по сложным, многоступенчатым договоренностям между покупателем, застройщиком, иногда агентами и банками-партнерами. Второе: происходит перенос кредитных рисков с банковского сектора (где действуют жесткие нормативы достаточности капитала, резервирования и надзора) непосредственно на балансы строительных компаний, которые по своей природе не предназначены для выполнения функций финансовых посредников и не обладают соответствующими резервами. Третье: в случае даже неглубокого экономического спада или снижения реальных доходов населения подобные схемы могут спровоцировать цепную реакцию неплатежей, что создает угрозу не только отдельным девелоперам, но и устойчивости всего инвестиционно-строительного комплекса.

Так что феномен систематической ошибки отбора в официальной статистике ставок не является безобидным статистическим артефактом. Он служит индикатором глубинной трансформации рынка — ухода значимой доли сделок в полулегальное, слаборегулируемое поле теневого финансирования, что формирует накопление системных рисков, требующих постоянного мониторинга и возможных регуляторных мер.

Заключение

Синтез методов эконометрического моделирования и регионального экономического анализа позволил не только описать, но и математически доказать наличие фундаментальных искажений на рынке жилья Санкт-Петербурга. Проведенное исследование доказывает, что политика безадресного субсидирования спроса в условиях жестких градостроительных и инфраструктурных ограничений мегаполиса детерминирует инфляцию базового актива.

Под «инфляцией базового актива» понимается опережающий, самоподдерживающийся рост цен на жилье, не обеспеченный соответствующим ростом потребительских качеств или реальных доходов. В условиях Санкт-Петербурга это

выражается, например, в том, что цена квадратного метра в типовой новостройке эконом-класса на окраине города за 2023–2025 гг. выросла на 40–60% при росте доходов населения за тот же период менее чем на 10% (в реальном выражении). Иными словами, спрос не стимулирует расширение предложения (из-за градостроительных ограничений — лимитов этажности, плотности застройки, зон охраны памятников, дефицита инженерной инфраструктуры), и полностью капитализируется в ценах, выгоду от повышения которых получают застройщики и продавцы.

Таким образом, проведенное МНК-моделирование на региональных данных Санкт-Петербурга позволило получить математическое подтверждение того, что искажения на рынке жилья носят не случайный временный характер, а являются структурными и воспроизводятся всякий раз при очередном витке льготного кредитования. Данный вывод имеет непосредственное значение для корректировки государственной жилищной политики: очевидно, необходима замена безадресных субсидий адресными мерами в сочетании с дерегулированием предложения (ускорением выдачи разрешений, развитием транспортной и инженерной инфраструктуры на новых территориях).

В результате исследования сформулирован принципиальный вывод: эластичность цен на первичную недвижимость по ставке кредитования оказалась существенно выше по сравнению с эластичностью уровня номинальных доходов населения. Это означает, что монетарное стимулирование спроса полностью абсорбируется ростом маржинальности девелоперов, блокируя возможность положительного демографического эффекта.

Опираясь на результаты эконометрической верификации, можно утверждать, что текущая модель государственной поддержки рынка недвижимости исчерпала свою эффективность. Для реального, а не номинального повышения доступности жилья требуется парадигмальный сдвиг в жилищной политике. В качестве перспективных направлений преодоления выявленного кризиса предлагается:

1. Переход от стимулирования спроса к стимулированию предложения: перенаправление государственных субсидий с компенсации ипотечных ставок потребителям на целевое субсидирование проектного финансирования (эскроу) для застройщиков.
2. Диверсификация жилищных стратегий: масштабное развитие институционального сектора некоммерческого (муниципального и корпоративного) арендного жилья, что позволит снизить давление на коэффициент брачности и обеспечит мобильность молодых семей.

На протяжении последних трех десятилетий в постсоветской России доминирующей, практически единственной социально одобряемой жилищной стратегией является приобретение жилья в частную собственность (чаще всего — с использованием ипотеки). Аренда же воспринимается как вынужденное, временное решение, связанное с низким качеством жилья, отсутствием стабильности и правовой незащищенностью нанимателя. Такая стратегия порождает несколько системных проблем.

Во-первых, возникает чрезмерная закредитованность населения. Семья, стремящаяся выполнить социальный норматив «собственная квартира», берет ипотеку на 20–30 лет, что при текущих высоких ставках (даже с учетом субсидий) приводит к долговой нагрузке, превышающей 50–70% доходов. Любые шоки (потеря работы, болезнь, снижение доходов) делают такую семью уязвимой с позиций вероятности потери жилья.

Во-вторых, приводит к снижению демографических показателей, в частности, суммарного коэффициента рождаемости и коэффициента брачности. Данный показатель (число зарегистрированных браков на 1000 человек среднегодового

населения) находится в прямой зависимости от жилищных условий молодых людей. Решение о вступлении в брак откладывается до момента приобретения отдельного жилья. Когда же квартира по рыночной цене недоступна, а аренда (рыночная, коммерческая) стоит почти как ипотечный платеж, но не дает права собственности, молодые пары либо не регистрируют брак, либо живут с родителями, либо откладывают создание семьи на неопределенный срок. Таким образом, высокий «входной барьер» в виде необходимости покупки жилья напрямую снижают брачность и, как следствие, рождаемость.

В-третьих, происходит снижение мобильности трудовых ресурсов. Приобретение жилья в собственность «привязывает» семью к конкретному месту. Работник, имеющий ипотечную квартиру в спальном районе Петербурга, с большим трудом согласится на переезд в другой город даже при значительном росте зарплаты — потому что продажа ипотечного жилья сопряжена с издержками (комиссии, налоги, риск падения цен), а новая ипотека на новом месте может быть недоступна. Это противоречит задачам экономического развития, особенно в условиях дефицита кадров и необходимости перетока рабочей силы между регионами.

В-четвертых, усиливается пространственное закрепление неравенства. Молодые семьи без накоплений и без наследства не могут купить жилье в центральных или срединных районах города и вынуждены приобретать квартиры в отдаленных новостройках (например, за КАД или в Мурино, Кудрово), где ниже качество среды, хуже транспортная доступность, меньше рабочих мест. В результате возникает «пространственная ловушка бедности»: время на маятниковую миграцию превышает 2–3 часа в день, что снижает возможности для карьерного роста, участия в культурной жизни и воспитания детей.

Дальнейшим направлением исследований в данной предметной области может стать построение векторных авторегрессионных моделей (VAR) для изучения эффекта пространственного перелива спроса на жилье из Санкт-Петербурга в прилегающие зоны Ленинградской области, а также оценка эластичности замещения рынка ипотечного кредитования рынком долгосрочной социальной аренды, включая аренду с правом выкупа.

Источники

Айвазян С. А. Методы эконометрики. М., 2010.

Косарева Н. Б., Полиди Т. Д. Доступность жилья в России и за рубежом // Вопросы экономики. 2019. № 7. С. 29–51.

Меры государственной поддержки граждан // Министерство финансов Российской Федерации. URL: <https://minfin.gov.ru/ru/performance/govsupport/>.

Национальные проекты России. URL: <https://национальныепроекты.рф/projects/>.

О порядке ведения учета граждан в качестве нуждающихся в жилых помещениях и предоставления жилых помещений по договорам социального найма в Санкт-Петербурге: Закон Санкт-Петербурга от 19.07.2005 № 407-65.

Общие коэффициенты брачности и разводимости // ЕМИСС. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/36058>.

Объем жилищного строительства (ввод в действие жилых домов) // ЕМИСС. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59262>.

Средний уровень процентной ставки по ипотечному кредиту // ЕМИСС. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59319>.

Средняя цена 1 кв. м общей площади квартир на рынке жилья // ЕМИСС. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31452>.

Стерник Г. М., Стерник С. Г. Анализ рынка недвижимости для профессионалов. М., 2021.

Уровень жизни населения Российской Федерации / Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13397>.

Чурилова Э. Ю. Динамика цен на жилую недвижимость в городе Санкт-Петербурге: анализ и прогнозы // Вопросы инновационной экономики. 2025. Т. 12. № 3. С. 391–414.

Engle R. F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation // *Econometrica*. 1982. Vol. 50. Iss. 4. P. 987–1007.

Heckman J. J. Sample Selection Bias as a Specification Error // *Econometrica*. 1979. Vol. 47. Iss. 1. P. 153–161.

O'Sullivan A. *Urban Economics*. New York, 2011.

References

Aivazian S. A. *Metody ekonometriki [Econometric Methods]*. Moscow, 2010. (In Russian)

Churilova E. Y. Dinamika tsen na zhiluyu nedvizhimost' v gorode Sankt-Peterburge: analiz i prognozy [Dynamics of prices for residential real estate in St. Petersburg: analysis and forecasts]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki [Issues of Innovative Economy]*, 2025, vol. 12, N 3. pp. 391–414. (In Russian)

Engle R. F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 1982, vol. 50, iss. 4, pp. 987–1007.

Heckman J. J. Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, 1979, vol. 47, iss. 1, pp. 153–161.

Kosareva N. B., Polidi T. D. Dostupnost' zhil'ya v Rossii i za rubezhom [Housing affordability in Russia and abroad]. *Voprosy ekonomiki [Economic Issues]*, 2019, N 7, pp. 29–51. (In Russian)

Mery gosudarstvennoy podderzhki grazhdan [Measures of state support for citizens]. *Ministerstvo finansov Rossiyskoy Federatsii [Ministry of Finance of the Russian Federation]*. Available at: <https://minfin.gov.ru/ru/performance/govsupport/>. (In Russian)

Natsional'nye proekty Rossii [National Projects of Russia]. Available at: <https://национальныепроекты.рф/projects/>. (In Russian)

O poryadke vedeniya ucheta grazhdan v kachestve nuzhdayushchikhsya v zhilykh pomeshcheniyakh i pre-dostavleniya zhilykh pomeshcheniy po dogovorom sotsial'nogo nayma v Sankt-Peterburge [On the procedure for registering citizens as those in need of residential premises and providing residential premises under social tenancy agreements in St. Petersburg]. Law of St. Petersburg dated 07.19.2005 No. 407-65. (In Russian)

O'Sullivan A. *Urban Economics*. New York, 2011.

Ob'yem zhilishchnogo stroitel'stva [Volume of housing construction]. Rosstat [Rosstat], 2025. Available at: <https://www.fedstat.ru/indicator/59262>. (In Russian)

Obshchie koeffitsienty brachnosti i razvodimosti [General coefficients of marriage and divorce]. Rosstat [Rosstat], 2025. Available at: <https://www.fedstat.ru/indicator/36058>. (In Russian)

Sredniy uroven' protsentnoy stavki po ipotechnomu kreditu [Average interest rate on mortgage loans]. Rosstat [Rosstat], 2025. Available at: <https://www.fedstat.ru/indicator/59319>. (In Russian)

Srednyaya tsena 1 kv. m obshchey ploshchadi kvartir [Average price of 1 sq. m of total apartment area]. Rosstat [Rosstat], 2025. Available at: <https://www.fedstat.ru/indicator/31452>. (In Russian)

Sternik G. M., Sternik S. G. *Analiz rynka nedvizhimosti dlya professionalov [Analysis of the real estate market for professionals]*. Moscow, 2021. (In Russian)

Uroven' zhizni naseleniya Rossiyskoy Federatsii [Standard of living of the population of the Russian Federation]. Rosstat [Rosstat], 2025. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/13397>. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 15 июня 2026 г.

Статья рекомендована в печать 10 августа 2026 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

А. Д. Романов

математик-разработчик групп оптимизации решений логистики ООО «Озон Технологии», магистрант, аналитик лаборатории методов оптимизации и искусственного интеллекта Санкт-Петербургского государственного экономического университета

Г. М. Фридман

докт. техн. наук, профессор, заведующий лабораторией методов оптимизации и искусственного интеллекта; заведующий кафедрой прикладной математики и экономико-математических методов Санкт-Петербургского государственного экономического университета

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ДИНАМИЧЕСКОМ ПЕРЕСТРОЕНИИ ГРАФИКА ОБОРОТА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Введение

Задачи распределения парка воздушных судов (ВС) различных типов для реализации летного расписания на заданный горизонт планирования являются ключевыми для функционирования любой пассажирской авиакомпании, поскольку они устанавливают условия, в рамках которых осуществляются процессы управления доходами, и непосредственно влияют на прибыль авиакомпании (Виноградов, Фридман, Шебалов, 2008). Результатом решения этих задач является ответ на вопрос, какая именно вместимость (т. е., число посадочных мест пассажирских ВС) будет отведена для того или иного рейса и, как следствие, для того или иного продукта.

Базовой задачей в этой области является задача назначения ВС на рейсы (fleet assignment model, FAM), ей посвящено большое число исследований, см., например, (Smith, 2004; Belobaba, Odoni, Barnhart, 2003). Также хорошо известны разнообразные модификации FAM, такие как маршрутно-ориентированная задача о назначениях ВС (Knicker, 1998; Barnhart, Kniker, Lohatepanont, 2002), задача о назначениях ВС с временными окнами (Rexing, Barnhart, Kniker, Jarrah, Krishnamurthy, 2003) и многие другие. Значительное число ссылок на работы, в которых предлагаются и развиваются эти модели, можно найти в книге (Belobaba, Odoni, Barnhart, 2015).

Огромное практическое применение имеют задачи динамического переназначения ВС на рейсы летного расписания. Причины, которые вызывают необходимость такого перестроения, могут быть связаны:

- со стремлением авиакомпании, в связи с поступлением новой информации от ее систем управления доходами, более полно удовлетворить пассажирский спрос на предоставляемые ею продукты за счет циклической перестановки типов ВС, назначенных на рейсы (demand driven dispatch, D^3);
- с появлением различных непланируемых событий (полный выход ВС из строя, изменение комплектации ВС, задержки рейсов, невозможность своевременного выполнения процедур технического обслуживания и т. п.), которые делают нереализуемым текущее летное расписание и требуют переназначения ВС на рейсы (disruption management).

Причины первого вида — это, прежде всего, достаточно существенное изменение прогнозов пассажирского спроса на продукты в ту или иную сторону. Чтобы

не упустить прибыль, авиакомпания может быть заинтересована в корректном обмене ВС, уже назначенных на рейсы, таким образом, чтобы выделить большую вместимость там, где спрос оказался больше прогнозируемого, и наоборот. При этом корректность обмена состоит в том, что графики оборота всех ВС, участвующих в нем, должны оставаться реализуемыми. Практический обзор методов D^3 , включая описание некоторых базовых работ в этой области, приведен в (Shebalov, 2009).

Причины второго вида гораздо более разнообразны, неожиданны и требуют немедленной реакции от служб управления расписанием авиакомпании. Исследований, связанных с поиском эффективного ответа на многообразные аспекты этих проблем, довольно много, особенно в последнее время. В обзорах (van Kessel, Freeman, Santos, 2003; Hassan, Santos, Vink, 2020 и Wu et al., 2024) обсуждены и проанализированы многие статьи, в которых предлагаются различные математические модели, дающие возможность автоматизировать такие ответы и реакции. Отметим, что в большей части работ, упомянутых в этих обзорах, используются различные известные оптимизационные подходы, в том числе и эффективные эвристические (Rosenberger, Johnson, Nemhauser, 2003), при этом следует выделить недавнюю статью (Wang et al., 2025), в которой для решения поставленных задач использовано обучение с подкреплением.

В основном, реакции на различные неожиданные события, приводящие к разрушению действующего графика оборота ВС, сводятся к одному или сразу нескольким из следующих действий:

- к переназначениям ВС с одних рейсов на другие без изменения типа ВС (либо с применением совместимого типа);
- к временным сдвигам процедур технического обслуживания (ТО), которые должны проходить ВС и рейсов, на которые ВС назначены;
- к использованию дополнительных ВС (т. е. тех ВС, которые не были задействованы в исходном расписании, но могут быть, по своим характеристикам и правилам авиакомпании, введены в него при необходимости).

Первый вариант действий в сочетании с, возможно, временными сдвигами ТО, является наиболее приемлемым для авиакомпаний с точки зрения стабильности операционной деятельности.

В данной статье авторы предлагают новый эффективный вычислительный точный алгоритм для поиска наилучшего, с точки зрения сформированных критериев оптимизации, варианта перестроения назначений ВС по рейсам, необходимость которого вызвана именно незапланированными событиями, делающими невозможной реализацию хотя бы одного графика оборота ВС.

1. Описание задачи

Рассмотрим задачу динамического перестроения назначений парка ВС одного типа на рейсы на заданный горизонт планирования. Необходимость решать эту задачу появляется у любой пассажирской авиакомпании каждый раз, как только возникает событие, которое приводит к тому, что назначение хотя бы одного ВС (в соответствии с выполняемым летным расписанием) становится недопустимым в рамках заданного горизонта планирования, т. е. хотя бы один рейс из реализуемого расписания не может быть обеспечен заранее назначенным на него ВС. В этих условиях авиакомпания должна динамически перестроить назначения ВС на рейсы таким образом, чтобы новое расписание удовлетворяло всем операционным ограничениям, обеспечивающим его выполнение, и при этом минимально отличалось бы от исходного.

При формировании летного расписания для каждого ВС из авиационного парка авиакомпании определяется график оборота, который представляет собой план использования ВС данного типа на заданный горизонт планирования. Этот план включает в себя информацию о множестве рейсов и о множестве процедур по проведению ТО, последовательно выполняемых данным ВС. Каждый рейс определяется аэропортами вылета и прилета и временем вылета и прилета, а также ВС, назначенным на рейс. Каждое ТО, которое следует провести с данным ВС, характеризуется видом обслуживания (инспекция, daily check, weekly check, ангарное ТО и т. п.), временным интервалом, в рамках которого оно должно быть выполнено и аэропортом проведения. Отметим, что вид обслуживания определяет продолжительность ТО и множество аэропортов, где оно может быть выполнено

Будем называть два рейса летного расписания стыкующимися, если у них совпадают аэропорты прилета для первого из них и вылета для второго, а интервал времени между вылетом и прилетом в этом аэропорту достаточен для проведения всех необходимых после- и предполетных процедур, включая запланированные ТО. Упорядоченное множество стыкующихся рейсов, которое может быть выполнено некоторым ВС (допустимых для этого ВС) с учетом требований по проведению необходимых для него ТО, будем называть цепочкой рейсов, допустимой для этого ВС. Рейсы цепочки, допустимой для ВС, должны обеспечивать возможность выполнения всех предусмотренных ТО в заранее установленные временные интервалы и в заранее установленных, допустимых для этого, аэропортах. Каждая цепочка, назначенная некоторому ВС, фактически представляет собой его график оборота на заданный горизонт планирования в рамках летного расписания. На рис. 1 показана часть диаграммы Ганта для графика оборота нескольких ВС авиакомпании.

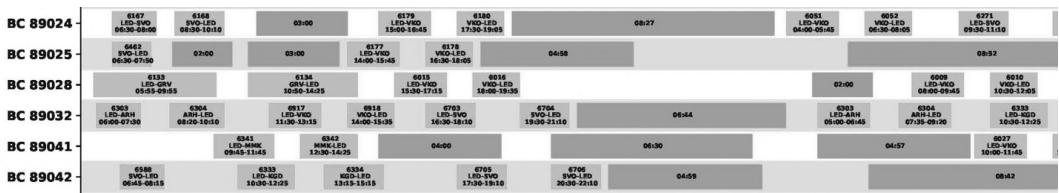


Рис. 1. Пример графика оборота ВС

ВС, которое назначено на цепочку рейсов, должно по своим характеристикам (дальность полета, вместимость, комплектация и т. п.) быть способным выполнить каждый рейс этой цепочки, т. е. быть допустимым для каждого рейса цепочки. Так, например, если на некотором рейсе, в соответствии с имеющейся информацией, будет перевозиться животное, провоз которого в пассажирском салоне запрещен, то комплектация ВС, назначенного на это рейс, должна предусматривать отапливаемое багажное отделение.

Отметим, что при формировании цепочек для каждого рейса есть множество ВС, которые, по своим характеристикам, могут быть назначены для выполнения этого рейса (т. е. являются допустимыми для назначения). Аналогично, у каждого ВС есть множество рейсов, на которые это ВС, по своим характеристикам, может быть назначено.

Сформированный и реализуемый график оборота ВС может быть нарушен, что связано:

- с разнообразными техническими неисправностями, не позволяющими данному ВС выполнять некоторые назначенные ему рейсы, либо полностью выводящие это ВС из полетов на определенный интервал времени;
- с появлением новых условий при выполнении запланированных рейсов, которые делают назначенное на этот рейс ВС недопустимым;

- с изменениями в характеристиках рейсов (в том числе, временами вылета/прилета), которые делают невозможным выполнение запланированного обязательного ТО в течение оборотного времени (промежутка времени между прилетом и последующим вылетом ВС).

Любое событие, приводящее к тому, что хотя бы один рейс или хотя бы одно ТО текущего летного расписания не могут быть выполнены назначенным на него ВС, будем называть «триггером». Появление триггера означает, что с какого-то момента времени t_0 для хотя бы одного ВС его текущий график оборота становится нереализуемым, что, как следствие, вызывает необходимость проведения расчета для оперативного переформирования назначений ВС на рейсы в рамках горизонта планирования, который начинается в момент t_0 и заканчивается правой временной границей исходного летного расписания. Естественно, изменения в цепочке (графике оборота) для одного ВС могут вызвать соответствующие изменения в других.

Расписание, полученное в результате перестроения цепочек ВС, обязано (как и то, которое было перестроено) удовлетворять следующим операционным ограничениям:

- 1) на каждый рейс должно быть назначено ровно одно ВС из множества ВС, которые по своим характеристикам, включая комплектацию, могут выполнять этот рейс;
- 2) любое ТО, запланированное для каждого ВС, должно быть выполнено в отведенный для этого временной интервал и в аэропорту, в котором это ТО может быть проведено;
- 3) каждое ВС, осуществляющее рейсы, должно выполнять ТО в соответствии с его текущим летным ресурсом и с принятыми требованиями по периодичности прохождения ТО различных видов;
- 4) для каждого ВС назначенная ему цепочка должна быть допустимой, т. е. состоять из последовательно стыкующихся пар рейсов, допустимых для этого ВС, причем таких, что для проведения любого запланированного ТО и аэропорты стыковки допустимы, и времени нахождения в аэропорту стыковки достаточно;
- 5) в любой временной срез внутри горизонта планирования число используемых в расписании ВС данного типа не должно превышать мощности парка ВС этого типа;
- 6) в любой временной срез внутри горизонта планирования каждое ВС может либо выполнять назначенный ему рейс, либо проходить назначенное ему ТО, либо находиться в одном из аэропортов в соответствии с назначенными ему рейсами;
- 7) при назначении данному ВС цепочки рейсов должно быть учтено условие по оборотному времени: временной интервал между любыми двумя последовательными рейсами должен обеспечивать возможность выполнения всех необходимых процедур для данного типа ВС в данном аэропорту.

При перестроении расписания, из всех решений, удовлетворяющих таким требованиям, нужно выбрать наилучшее с точки зрения заранее определенных критериев оптимизации. Основными критериями оптимизации служат минимизация числа и степени изменений в расписании по сравнению с исходным, а также минимизация количества дополнительно используемых ВС (т. е. тех ВС, которые не были задействованы в исходном расписании, но могут быть, по своим характеристикам и правилам авиакомпании, введены в него при необходимости). Изменения в расписании связаны как с новыми назначениями ВС на рейсы, так и со сдвигами во времени или изменением аэропорта проведения ТО для ВС, участвующих в расписании.

2. Математическая постановка оптимизационной задачи

Исходными данными для решения описанной задачи являются:

- исходное (ставшее нереализуемым в результате появления триггера) летное расписание на заданный горизонт планирования, включающее в себя информацию о ВС, назначенных на все рейсы и о ТО, назначенных каждому ВС;
- список рейсов текущего расписания, которые не могут быть выполнены назначенными на них ВС;
- текущие значения характеристик для каждого ВС, включая комплектацию;
- характеристики всех планируемых ТО, включая допустимые для их проведения аэропорты;
- для каждого рейса список допустимых для его выполнения ВС.

Введем следующие обозначения:

F — множество всех ВС, $f \in F$;

L — множество рейсов летного расписания, $l \in L$;

$F_l \subset F$ — множество всех ВС, доступных для назначения на рейс $l \in L$;

$L_f \subset L$ — множество рейсов летного расписания, на которые может быть назначено ВС $f \in F$;

C — множество процедур ТО в рамках летного расписания, $c \in C$;

$C_f \subset C$ — множество процедур ТО, которые следует провести в рамках летного расписания для ВС $f \in F$;

PR — множество видов ТО в рамках летного расписания, $pr \in PR$;

A — множество аэропортов вылета и прилета, задействованных в рамках летного расписания, $a \in A$;

A_{pr} — множество аэропортов, задействованных в рамках летного расписания, в которых возможно выполнить ТО вида $pr \in PR$.

2.1. Формирование графа событий

Используя исходные данные, вычислим горизонт планирования для нового летного расписания и сформируем ориентированный граф, вершинами которого являются так называемые «события», а наличие дуги между двумя вершинами соответствует возможности выполнить эти события последовательно во времени.

Введем два типа событий (вершин графа): событие-рейс и событие-ТО.

Событие-рейс leg_i , $i = 1, \dots, n$, порождается рейсом $l \in L$ и характеризуется (как и сам рейс) аэропортом вылета o_i и аэропортом прилета d_i , временами вылета t_i^d и прилета t_i^a , а также ВС $f_i \in F$, которое назначено для его выполнения:

$$leg_i = (o_i, d_i, t_i^d, t_i^a, f_i),$$

где $f_i \in F$.

Отметим, что аэропорты вылета o_i и прилета d_i являются неизменяемыми характеристиками событий этого типа, а ВС и время вылета (и, соответственно, прилета) варьируются. Количество событий-рейсов n зависит от $|L|$ — числа рейсов, от $|F_l|$ — количества ВС, доступных для назначения на определенный рейс и от выбранных параметров сдвига по времени каждого рейса.

Событие-ТО $check_i$, $i = 1, \dots, m$, характеризуется ВС $f_i \in F$, для которого это ТО должно быть выполнено, видом обслуживания pr_i , аэропортом a_i проведения ТО, а также началом и окончанием временного интервала $[\tau_i^1, \tau_i^2]$, в рамках которого это событие должно произойти:

$$check_i = (f_i, pr_i, \tau_i^1, \tau_i^2, a_i),$$

где $a_i \in A_{pr_i}$.

Отметим, что ВС и вид ТО являются неизменяемыми характеристиками событий этого типа, а временной интервал и допустимый аэропорт проведения варьируются. Количество событий-ТО m зависит от $|F|$ — общего числа ВС, от $|PR|$ — количества видов ТО, от $|A_{pr}|$ — числа аэропортов, в которых допустимо проводить тот или иной вид ТО и от возможных параметров сдвига по времени каждого ТО.

Каждый рейс и каждое ТО, запланированные в рамках исходного летного расписания, порождают свое множество событий (группу событий). Группа некоторого события формируются за счет изменения значений тех его характеристик, которые не являются неизменяемыми. Например, каждый рейс $l \in L$ порождает свою группу событий-рейсов за счет назначения на него одного из допустимых $BC f \in F_l$, либо за счет некоторого сдвига времени вылета (и, соответственно, прилета). Каждое ТО $c \in C$ вида $pr \in PR$ порождает свою группу событий-ТО за счет выбора одного из допустимых для его проведения аэропортов $a \in A_{pr}$, либо за счет сдвига временного интервала, в рамках которого это ТО должно быть проведено.

Любое событие-рейс или событие-ТО будем рассматривать как вершину графа $v \in V_1$, где $v_1 = \{leg_i, i = 1, \dots, n\} \cup \{check_i, i = 1, \dots, m\}$.

Каждому событию (вершине $v \in V_1$ графа) придадим «стоимость», $cost_v$ — неотрицательную числовую величину, зависящую от изменения значений его характеристик по сравнению с характеристиками того рейса (или ТО), который породил это событие. Так, стоимость события-рейса равна нулю, если ВС и времена вылета и прилета для этого события совпадают с соответствующими характеристиками рейса в исходном летном расписании. Стоимость события-ТО равна нулю, если оно происходит в тот же временной интервал и в том же аэропорту, что и ТО, запланированное в исходном летном расписании. В иных случаях стоимость события v равна некоторому штрафу $M_v > 0$. Отметим, что для минимизации использования дополнительных ВС при перестройке расписания, можно, например, придать большую стоимость всем вершинам, соответствующим событиям-рейсам, которые характеризуются одним из дополнительных ВС, еще большую стоимость всем вершинам, соответствующим следующему дополнительного ВС, и так далее.

Два события $v_1, v_2 \in V_1$ соединены дугой (v_1, v_2) , если

- совпадают аэропорты окончания первого события и начала второго;
- совпадают ВС, которыми оба события характеризуются;
- время окончания первого события не превосходит времени начала второго (с учетом оборотного времени, если эти вершины соответствуют событиям-рейсам);

В формируемом графе для каждого $BC f \in F$, которое допустимо к назначению на хотя бы один рейс летного расписания, введем пару фиктивных вершин вида источник $source_f$ и сток $sink_f$, при этом $V_2 = \{source_f : f \in F\} \cup \{sink_f : f \in F\}$. Каждый источник $source_f$ — это вершина с нулевой полустепенью захода, соединенная дугами со всеми вершинами-событиями, которые характеризуются $BC f$ и аэропортом, где это ВС располагается в момент времени τ_0 (в момент, соответствующий началу горизонта планирования нового расписания). Каждый сток $sink_f$ — это вершина с нулевой полустепенью исхода, соединенная дугами с источником $source_f$ и со всеми вершинами из множества V_1 , которые характеризуются $BC f$ (событиями, которые могут произойти с $BC f$).

Обозначим через $Arcs$ множество всех описанных дуг, тогда в результате возникает ориентированный граф $G(V, Arcs)$, где $V = V_1 \cup V_2$ — множество всех вершин графа.

Этот граф можно разбить на попарно непересекающиеся подграфы $G_f(V_f, Arcs_f)$, где подмножество вида $V_f, f \in F$, объединяет вершины графа, которые характеризуются ВС f , а $Arcs_f \subset Arcs$ — дуги, соединяющие вершины из V_f , при этом

$$V = \bigcup_{f \in F} V_f, \quad Arcs = \bigcup_{f \in F} Arcs_f,$$

$$f_1 \neq f_2 \Rightarrow V_{f_1} \cap V_{f_2} = \emptyset \wedge Arcs_{f_1} \cap Arcs_{f_2} = \emptyset.$$

Отметим, что множество V_1 вершин графа можно разбить на попарно непересекающиеся подмножества, которые соответствуют группам событий, порожденных каждым рейсом $l \in L$ и каждым ТО $c \in C$. Обозначим каждую такую группу как $V_l \subset V_1$ или $V_c \subset V_1$.

2.2. Переменные, целевая функция и ограничения задачи

Рассмотрим следующую обобщенную задачу для нескольких коммивояжеров (m-Generalized Traveling Salesman Problem, mGTSP), см. (Pop et al., 2024) на сформированном графе $G(V, Arcs)$. Каждый ВС соответствует коммивояжеру. Любой источник — депо начала соответствующего коммивояжера, каждый сток — депо конца. Коммивояжеры должны построить маршруты таким образом, чтобы каждая группа была посещена ровно один раз одним из коммивояжеров, при этом суммарная стоимость маршрутов минимизируется.

Введем два типа неизвестных:

$$flow_{arc} = \begin{cases} 1, & \text{дуга } arc \in Arcs \text{ взята в один из маршрутов,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

$$x_v = \begin{cases} 1, & \text{вершина } v \in V_1 \text{ взята в один из маршрутов,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Суммарная стоимость маршрутов должна быть минимальной. Ввиду того, что стоимость маршрута определяется стоимостью посещаемых вершин, целевая функция формулируется через переменные x_v .

$$\sum_{f \in F} \sum_{v \in V_f} cost_v x_v \rightarrow \min \quad (1)$$

и при этом удовлетворяют следующим ограничениям:

$$\sum_{arc \in out_v} flow_{arc} = 1, \quad \forall f \in F, \quad v = source_f, \quad (2)$$

$$\sum_{arc \in in_v} flow_{arc} = 1, \quad \forall f \in F, \quad v = sink_f, \quad (3)$$

где in_v и out_v — дуги, входящие в вершину v и, соответственно, выходящие из нее.

$$\sum_{arc \in out_v} flow_{arc} = x_v, \quad \forall f \in F, \quad v \in V_f \setminus \{source_f, sink_f\}; \quad (4)$$

$$\sum_{arc \in in_v} flow_{arc} = x_v, \quad \forall f \in F, \quad v \in V_f \setminus \{source_f, sink_f\}; \quad (5)$$

$$\sum_{v \in V_l} x_v = 1, \quad \forall l \in L, \quad (6)$$

$$\sum_{v \in V_c} x_v = 1, \quad \forall c \in C; \quad (7)$$

$$\begin{aligned} x_v &\in \{0;1\}, & \forall v \in V_1; \\ flow_{arc} &\in [0;1], & \forall arc \in Arcs. \end{aligned} \quad (8)$$

Ограничения (2) и (3) формулируются для каждой вершины-источника и вершины-стока и гарантируют, что маршрут для каждого ВС f начинается в соответствующем ему источнике и заканчивается в стоке. В терминах задачи коммивояжера эти вершины представляют собой депо. При этом фактически условие (3) является избыточным.

Ограничения (4) и (5) обеспечивают выполнение естественного условия о том, что если вершина входит в маршрут некоторого ВС, то в нее должно входить ровно одно и выходить ровно одно ребро, входящее в этот маршрут.

Ограничения (6) и (7) гарантируют, что из каждой группы в маршрут может быть взята ровно одна вершина.

Условия (8) определяют возможные значения неизвестных задачи.

Все вместе ограничения (2)–(7) определяют $V_f \in F$ множество вершин $\{v \in V_f: x_v = 1\}$, последовательно соединенных друг с другом дугами, которые представляют собой маршрут движения ВС f , начинающийся в депо (источнике) $source_f$ и заканчивающийся в стоке $sink_f$. Фактически такие множества для каждого ВС определяют события, последовательно происходящие во времени и представляющие собой цепочки, т. е., графики оборота ВС. Целевая функция (1) гарантирует, что эти цепочки имеют наименьшую суммарную стоимость, т. е. минимально отличаются, начиная с левой границы горизонта планирования t_0 , от исходного летного расписания.

Обратим внимание на два следующих обстоятельства. Во-первых, в постановке (1)–(4) все неизвестные x_v бинарные, а все неизвестные $flow_{arc}$ формально описаны как вещественные, хотя фактически также принимают значения нуль или единица. Это означает, что задача (1)–(8) является задачей смешанного (а не целочисленного) программирования, что существенно облегчает процедуру ее решения. Во-вторых, важной особенностью задачи (1)–(8) является наличие так называемого «начального решения», т. е. значений переменных $x_v^0 \in \{0,1\}$, $v \in V_1$, которые соответствуют событиям (рейсам и процедурам ТО) исходного летного расписания, начинающимся не раньше момента времени t_0 . Эти значения x_v^0 могут не обеспечивать выполнение ограничений (2)–(7) для некоторых ВС и, как следствие, не обеспечивать формирование связных цепочек от источника к стоку, по которым проходит поток.

3. Подходы к решению оптимизационной задачи

Для решения сформулированной задачи был разработан и реализован на языке программирования C++17 точный вычислительный алгоритм, описанный ниже. Для сравнения его эффективности также использовались подходы к поиску решения, связанные

- с трансформацией постановки (1)–(8) в задачу MaxSAT и ее решением с помощью специализированного открытого программного обеспечения: MaxSAT оптимизатора Open-WBO (Martins, Manquinho, Lynce, 2014) и (Open-WBO: state-of-the-art MaxSAT and Pseudo-Boolean solver);
- с непосредственным решением сформулированной задачи смешанного программирования (1)–(8) с помощью специализированного программного обеспечения: коммерческого оптимизатора CPLEX 22.1.0.0 (Документация ILOG CPLEX Optimization Studio).

3.1. MaxSAT модель

Постановка (1)–(8) сформулирована как задача смешанного программирования на специфическом графе и, как следствие, обладает ярко выраженной графовой структурой. При этом, как было отмечено, вещественные неизвестные $flow_{arc}$ принимают значения нуль или единица, и, таким образом, (1)–(8) является задачей бинарной оптимизации. Такие задачи хорошо подходят для методов решения, основанных на булевой оптимизации, в частности, на задачах максимальной выполнимости булевых формул (MaxSAT, Proceedings of SAT 2025).

Для применения методов MaxSAT условия (2)–(7) переписаны как exactly-one ограничения. Такие ограничения предполагают, что ровно одна переменная принимает единичное значение (значение True), например, как в условии

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad \alpha \in \{0, 1\},$$

которое при этом должно быть представлено (кодировано) в виде конъюнктивной нормальной формы (КНФ). Выбранный способ кодировки (sequential encoding) ограничений (2)–(7) приводит к $O(|V|^2)$ ограничениям задачи MaxSAT с $O(V)$ вспомогательными переменными.

Поскольку MaxSAT решает задачу максимизации, целевая функция (1) переписана в виде взвешенной суммы отрицаний булевых переменных, при этом веса остаются равными $cost_v$, $v \in V_1$.

3.2. Специализированное программное обеспечение

Отмеченная выше ярко выраженная графовая структура задачи (1)–(8) дает возможность непосредственно использовать современные оптимизаторы даже для полномасштабных исходных данных.

Оптимизатор CPLEX на сегодняшний день является одним из наиболее эффективных инструментов решения оптимизационных задач любой сложности и масштаба. Это программное обеспечение имеет не только коммерческую, но и академическую лицензию, которая предоставляет возможность использования инструмента для научных и учебных целей, выставляя при этом определенные ограничения, в частности, на размер матрицы коэффициентов левых частей ограничений.

3.3. Точный вычислительный алгоритм

Задача (1)–(8) сформулирована для $|F|$ коммивояжеров, однако можно свести задачу к случаю одного коммивояжера, если соединить последовательно источники и стоки так, чтобы граф стал связным. Тогда задача становится частным случаем обобщенной задачи коммивояжера (GTSP), где множество вершин графа $G(V, Arcs)$ разбито на группы, и необходимо выбрать ровно одну вершину из каждой группы, минимизируя суммарные затраты на прохождение маршрута.

Отметим, что структура задачи накладывает ряд ограничений, снижающих ее вычислительную сложность по сравнению с классическим GTSP:

- 1) граф $G(V, Arcs)$ ациклический, что устраняет необходимость введения ограничений на отсутствие подциклов;
- 2) стоимости заданы для вершин графа, а не для дуг, что упрощает структуру целевой функции;
- 3) задано некоторое «начальное решение», которое имеет нулевую стоимость и которое, как правило, недопустимо, поскольку некоторые группы событий могут не содержать выбранного элемента и может не существовать допустимого пути по выбранным вершинам.

Для поиска решений задачи (1)–(8) разработан специализированный алгоритм, который основан на принципах метода ветвей и границ и учитывает особенности задачи. Результаты числовых расчетов, представленные в следующем разделе, показывают, что оптимизатор способен эффективно находить качественные решения за приемлемое время.

Алгоритм предназначен для решения двух типов задач:

- 1) поиск допустимого решения для (1)–(8) — задача разрешимости;
- 2) поиск лучшего решения для (1)–(8) — задача оптимизации.

Две модели отличаются только тем, что в них используются разные гиперпараметры, эвристики и т. д., поэтому опишем работу оптимизатора для задачи разрешимости.

Исходные данные для работы алгоритма совпадают с теми, что заданы в постановке задачи смешанного программирования (1)–(8). Ядром его является алгоритм решения задачи поиска наидлиннейшего пути наименьшей стоимости в направленном ациклическом графе (longest min-cost path in directed acyclic graph). Разработанный алгоритм использует метод динамического программирования и для заданного подграфа находит путь от стартовой вершины к конечной, максимизируя число пройденных вершин и, при равной длине, минимизируя их суммарную стоимость. Алгоритм обладает линейной сложностью по числу вершин и ребер и является точным, поскольку основан на методе ветвей и границ. Применяемые в нем эвристики являются вспомогательными и служат исключительно для повышения вычислительной эффективности.

Общая схема работы оптимизатора такова.

1. Задается заранее известное начальное решение (исходный график оборота ВС).
2. Это начальное решение трансформируется за счет использования алгоритма поиска наидлиннейшего минимального по стоимости пути для каждого ВС (т. е. для каждого подграфа, соответствующего тому, пути, который для этого ВС задан в начальном решении). Цель трансформации — получить новое промежуточное решение, такое что
 - а) для каждого ВС все события — вершины графа $G(V, Arcs)$ — включенные в новое решение, образуют последовательность, представляющую собой путь данного ВС от соответствующего источника к соответствующему стоку;
 - б) для каждой группы вершин, соответствующей некоторому событию данного ВС, количество вершин из этой группы, включенных в новое промежуточное решение, не превышает единицы.
3. Выполняется корректировка промежуточного решения за счет реализации алгоритма ветвей и границ в сочетании с различными эвристиками. Цель корректировки — для как можно большего числа групп вершин удовлетворить условие о том, что для каждого ВС ровно одна вершина группы входит в его путь от источника до стока.
4. В процессе ветвления появляется большое количество решений, среди которых необходимо выбрать потенциально наилучшее. Для хранения решений создается очередь с приоритетами (двоичная min-куча), в которую и записываются решения. Приоритетом элементов кучи служит качество решения (оно характеризуется числом групп, для которых не выполнено условие единственности ее вершины, глубиной ветвления, стоимостью путей).
5. Из очереди с приоритетами выбирается (удаляется) первый, наилучший, элемент — то решение, с которым проводится работа — и сама очередь перестраивается.
6. Процесс повторяется до тех пор, пока очередь не окажется пустой.

Корректировка решения на шаге 3 реализуется через переназначения вершин графа таким образом, чтобы как можно полнее удовлетворить ограничение на выбор ровно одного элемента из каждой группы (сам путь для каждого пути уже найден). На каждом шаге процесса ветвления из очереди достается лучшее текущее решение, и для него осуществляются все возможные попытки вставки:

- выбирается группа, ни одной вершины которой нет в решении;
- выбирается вершина этой группы — кандидат на вставку;
- выбранная вершина фиксируется как вставленная, и алгоритм поиска наидлиннейшего пути наименьшей стоимости в направленном ациклическом графе выполняет поиск нового пути соответствующего ВС с учетом этой вставки;
- из-за вставки некоторые ограничения на взятие группы могут стать неудовлетворенными.

В качестве вспомогательных эвристик, которые применены в сочетании с методом ветвей и границ, используются:

- стратегии проталкивания (propagation) вершин и групп;
- сокращение количества ветвлений с помощью отсечений;
- обучение на конфликтах;
- ранжирование групп, вершин и самолетов с помощью динамического скоринга для выбора лучшего кандидата для ветвления.

4. Результаты числовых расчетов и их сравнительный анализ

Расчеты были проведены на 17 наборах полномасштабных исходных данных со следующими характеристиками, см. табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики наборов исходных данных

№	Тип	# ВС	# рейсов	# ТО	# вещественных переменных	# бинарных переменных	# ограничений
1	1	23	386	31	622 559	8207	16 877
2	2	23	386	31	616 127	8267	16 997
3	1	23	386	29	650 524	8533	17 527
4	2	23	386	31	622 868	8215	16 893
5	1	12	469	24	87 984	3411	7339
6	1	12	442	20	59 932	2704	5894
7	1	12	426	20	63 679	2730	5930
8	1	12	397	18	57 941	2685	5809
9	2	12	354	14	46 733	2286	4964
10	3	12	328	14	62 165	2689	5744
11	1	12	462	23	81 347	3255	7019
12	1	12	462	23	81 966	3272	7053
13	1	12	435	22	83 244	3294	7069
14	1	12	419	21	77 226	3040	6544
15	1	12	390	18	58 806	2693	5818
16	2	12	347	16	42 363	2281	4949
17	3	12	321	14	53 333	2546	5451

Каждый набор данных был сгенерирован с помощью случайного выбора заранее заданного числа ВС, рейсов и процедур ТО из базового летного расписания, сформированного на основе информации, собранной из открытых источников. Первые четыре набора являются большими по масштабу, и каждый содержит информацию о графике оборота 23 ВС. Остальные наборы данных включают по 12 ВС. Такое число ВС вполне достаточно для верификации предложенных подходов, поскольку для обработки триггеров практически всегда используются ВС одного типа. Для всех наборов данных горизонт планирования составлял 72 часа.

Были рассмотрены три типа триггеров, которые условно названы «смена», «запрет» и «сдвиг», в таблице, соответственно, типы 1, 2 и 3. «Смена» является наиболее часто возникающим на практике триггером: одно или несколько ВС становятся недопустимым к назначению на некоторые рейсы в заданный временной интервал вследствие изменения комплектации. Например, при отсутствии отапливаемого багажного отделения ВС не способно выполнять рейсы, на которых зарегистрированы домашние животные, однако для выполнения остальных рейсов пригодно. Триггер «запрет» связан с тем, что ВС на некоторое время вышло из строя и не может быть назначено ни на один рейс в заданный временной интервал. Если один или одновременно несколько рейсов сдвигаются в расписании на более позднее время (например, задержка в аэропорту, вызванная различными причинами), то это триггер «сдвиг».

Во всех выполненных расчетах принято, что исходный график оборота ВС, ставший нереализуемым вследствие появления триггера, переформируется только за счет переназначения уже задействованных ВС (без использования резервных бортов) или сдвигов во времени выполнения ТО.

В качестве технологического стека было использовано следующее специализированное программное обеспечение:

- MIP CPLEX (специализированный коммерческий оптимизатор, академическая лицензия) — смешанное линейное программирование CPLEX;
- C++17 (язык программирования) — вычислительный точный алгоритм;
- OPEN-WBO (специализированный MaxSAT оптимизатор, открытая лицензия) — для реализации MaxSAT модели.

Ограничения по времени счета для всех расчетов было определено в 40 секунд. Расчеты выполнены на персональном компьютере с процессором Intel core i5-4460 3.2GHz, RAM 16Gb.

В табл. 2 приведены значения целевой функции (если не удалось найти решение за время TL , то стоит прочерк), значения APD (absolute percentage difference, отношение модуля разности значений целевой функции найденного и оптимального решения к их полусумме), а также время счета (в секундах) для всех наборов данных и трех рассматриваемых моделей. Эти показатели характеризуют эффективность и надежность подходов, используемых для решения задачи. Отметим, что если получено допустимое решение (в столбце ЦФ стоит не прочерк), а время счета меньше TL , то это означает, что соответствующему оптимизатору удалось доказать оптимальность полученного решения. Естественно, если $APD = 0$, то найдено оптимальное решение, поскольку значение целевой функции всегда положительно. Для случая $APD > 0$ проводились дополнительные расчеты с использованием оптимизатора CPLEX с увеличенным лимитом по времени, чтобы получить оптимальное решение и вычислить характеристику APD точно.

MIP CPLEX и вычислительный точный алгоритм находят решения за приемлемое время, а Open-WBO, предназначенный для решения задач MaxSAT, тратит существенно больше времени, а на трудных экземплярах исходных данных вовсе не находят решения.

Таблица 2

Значение целевой функции, gap и время счета для различных наборов данных и различных моделей

№	MIP (CPLEX)			Вычислительный алгоритм			MaxSAT (Open-WBO)		
	ЦФ	APD	Время (с)	ЦФ	APD	Время (с)	ЦФ	APD	Время(с)
1	14 543	0	30,9	14880	2.29	TL	—	—	TL
2	—	—	TL	11 620	0	TL	—	—	TL
3	7205	0	29,5	7205	0	12,9	—	—	TL
4	3274	0	24,7	3274	0	4,47	—	—	TL
5	2882	0	4,55	2882	0	0,92	2882	0	TL
6	5764	0	3,21	5764	0	0,78	5764	0	TL
7	20 281	0	3,29	20 281	0	23,6	20 281	0	9
8	14 410	0	3,36	14 410	0	8,36	14 410	0	TL
9	5764	0	2,7	5764	0	0,63	5764	0	TL
10	14 410	0	3,26	14 410	0	9,33	14 410	0	TL
11	46 147	0	4,71	46 147	0	TL	163 746	112	TL
12	2882	0	4,31	2882	0	0,88	2882	0	TL
13	5764	0	4,27	5764	0	0,93	5764	0	TL
14	17 292	0	3,99	17 292	0	4,82	17 292	0	TL
15	11 528	0	3,38	11 528	0	1,95	11 528	0	TL
16	8773	0	2,36	8773	0	0,69	8773	0	TL
17	11 528	0	2,92	11 528	0	1,14	11 528	0	TL

Из таблицы видно, что оптимизатор CPLEX в процессе решения задачи смешанного программирования (1)—(8) наиболее стабильно подтверждает оптимальность найденных решений. Предложенный вычислительный алгоритм, реализованный в открытых оптимизаторах, также хорошо справляется с доказательством оптимальности. Open-WBO в большинстве случаев не доказывает оптимальность.

Анализ полученных числовых результатов показывает, что оптимизатор CPLEX стабильно занимает лидирующие позиции практически по всем критериям: он обеспечивает наилучшее качество решений (значение ЦФ и gap), быстрое время работы и наиболее надежное подтверждение оптимальности. Разработанный вычислительный точный алгоритм занимает такие же уверенные позиции: он достаточно быстро находит решения и способен доказывать оптимальность на большом числе наборов исходных данных, а по качеству решений и времени не критично уступает коммерческому оптимизатору. Естественно, что нелинейные методы (вычислительный точный алгоритм и MaxSAT) в целом хуже справляются с доказательством оптимальности, чем подходы, связанные с непосредственным решением задачи смешанного программирования. Именно предложенный в статье вычислительный точный алгоритм демонстрирует наилучший баланс между скоростью, качеством решений и способностью подтверждать оптимум, что делает его наиболее перспективным направлением дальнейшего использования и развития.

Заключение

В статье предложен новый точный оптимизационный вычислительный алгоритм для решения задачи оперативного переназначения воздушных судов на рейсы летного расписания, необходимость которого вызвана появлением неожиданных

событий-триггеров, приводящих к ситуациям, когда одно или несколько воздушных судов не могут выполнять рейсы, им назначенные. В статье представлена математическая постановка задачи в форме задачи смешанного программирования, выполнена ее программная реализация. Критерием оптимизации служит близость перестроенного расписания к исходному.

Вычислительный алгоритм для решения сформулированной задачи сочетает общие подходы динамического программирования, метода ветвей и границ, а также различных эвристик. Эффективность алгоритма верифицирована с помощью расчетов, проведенных на большом количестве наборов полномасштабных исходных данных, моделирующих различные типы триггеров. Числовые результаты, полученные на основе алгоритма, были сравнены с теми, которые найдены за счет применения специализированного программного обеспечения, предназначенного для решения заданной смешанной задачи программирования (CPLEX) и задач в MaxSAT-постановке (Open-WBO). Сравнение показало, что за счет использования особенностей рассмотренной задачи, программная реализация алгоритма по качеству решения и по быстродействию успешно конкурирует с CPLEX и значительно опережает Open-WBO на всех наборах данных.

Источники

Виноградов Л. В., Фридман Г. М., Шебалов С. М. Математическое моделирование в оптимизации планирования авиационных перевозок: формулировки и методы решения типовых задач // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2008. № 132. С. 49–57.

Виноградов Л. В., Фридман Г. М., Шебалов С. М. Математическое моделирование в оптимизации планирования авиационных перевозок: перспективы развития и эффект от использования // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2008. № 132. С. 58–64.

Barnhart C., Belobaba P., Odoni A. Application Operation Research in the Air Transport Industry // Transportation Science. 2003. Vol. 37. Iss. 4. P. 368–391.

Barnhart C., Kniker T., Lohatepanont M. Itinerary-Based Fleet Assignment // Transportation Science. 2002. Vol. 36. Iss. 2. P. 199–217.

Belobaba P., Odoni A., Barnhart C. The Global Airline Industry. John Wiley & Sons, 2015.

Clausen J., Larsen A., Larsen J., Rezanova N. J. Disruption Management in the Airline Industry — Concepts, Models and Methods // Computers & Operations Research. 2010. Vol. 37. Iss. 5. P. 809–821.

Hassan L. K., Santos B. F., Vink J. Airline Disruption Management: A Literature Review and Practical Challenges // Computers & Operations Research. 2021. Vol. 127. P. 105–137.

Kessel P. J., Freeman F. C., Santos B. F. Airline Maintenance Task Rescheduling in a Disruptive Environment // European Journal of Operational Research. 2003. Vol. 308. Iss. 2. P. 605–621.

Knicker T. S. Itinerary-Based Fleet Assignment (Ph.D. diss.). USA, Massachusetts Institute of Technology, 1998.

Martins R., Manquinho V., Lynce I. Open-WBO: A Modular MaxSAT Solver. In: *Sinz C., Egly U.* (eds.) Theory and Applications of Satisfiability Testing — SAT 2014. SAT, 2014.

Open-WBO: state-of-the-art MaxSAT and Pseudo-Boolean solver. URL: <https://github.com/sat-group/open-wbo?tab=License-1-ov-file>.

Pop P. C., Cosma O., Sabo C., Pop Sitar C. A comprehensive Survey on the Generalized Traveling Salesman Problem // European Journal of Operational Research. 2024. Vol. 314. Iss. 3. P. 819–835.

Rexing B., Barnhart C., Kniker T., Jarrah A., Krishnamurthy N. Airline Fleet Assignment with Time Windows // Transportation Science. 2003. Vol. 34. Iss. 1. P. 1–20.

Rosenberger J. M., Johnson E. L., Nemhauser G. L. Rerouting Aircraft for Airline Recovery // Transportation Science. 2003. Vol. 37. Iss. 4. P. 408–421.

Shebalov S. Practical overview of Demand-Driven Dispatch // Journal of Revenue and Pricing Management. 2009. Vol. 8. Iss. 2. P. 166–173.

Smith B. C. Robust Airline Fleet Assignment. (Ph.D. thesis). USA, Georgia Institute of Technology, 2004.

User's Manual. IBM ILOG CPLEX Optimization Studio // IBM Corporation. URL: <https://www.ibm.com/docs/en/icos/20.1.0?topic=cplex-users-manual>.

Wang Q., Mao J., Wen X., Wallace S. W., Deveci M. Flight, Aircraft, and Crew Integrated Recovery Policies for Airlines — a Deep Reinforcement Learning Approach // *Transport Policy*. 2025. Vol. 160. P. 245–258.

Wu S., Liu E., Cao R., Bai Q. Airline Recovery Problem Under Disruptions: a Review. *Computers & Operations Research*, 2024.

References

Barnhart C., Belobaba P., Odoni A. Application Operation Research in the Air Transport Industry. *Transportation Science*, 2003, vol. 37, iss. 4, pp. 368–391.

Barnhart C., Kniker T., Lohatepanont M. Itinerary-Based Fleet Assignment. *Transportation Science*, 2002, vol. 36, iss. 2, pp. 199–217.

Belobaba P., Odoni A., Barnhart C. *The Global Airline Industry*. John Wiley & Sons, 2015.

Clausen J., Larsen A., Larsen J., Rezanova N. J. Disruption Management in the Airline Industry — Concepts, Models and Methods. *Computers & Operations Research*, 2010, vol. 37, iss. 5, pp. 809–821.

Hassan L. K., Santos B. F., Vink J. Airline Disruption Management: A Literature Review and Practical Challenges. *Computers & Operations Research*, 2021, vol. 127, pp. 105–137.

Kessel P. J., Freeman F. C., Santos B. F. Airline Maintenance Task Rescheduling in a Disruptive Environment. *European Journal of Operational Research*, 2003, vol. 308, iss. 2, pp. 605–621.

Knicker T. S. *Itinerary-Based Fleet Assignment* (Ph.D. diss.). USA, Massachusetts Institute of Technology, 1998.

Martins R., Manquinho V., Lynce I. Open-WBO: A Modular MaxSAT Solver. In: Sinz C., Egly U. (eds.) *Theory and Applications of Satisfiability Testing — SAT 2014*. SAT, 2014.

Open-WBO: state-of-the-art MaxSAT and Pseudo-Boolean solver. Available at: <https://github.com/sat-group/open-wbo?tab=License-1-ov-file>.

Pop P. C., Cosma O., Sabo C., Pop Sitar C. A comprehensive survey on the generalized traveling salesman problem. *European Journal of Operational Research*, 2024, vol. 314, iss. 3, pp. 819–835.

Rexing B., Barnhart C., Kniker T., Jarrah A., Krishnamurthy N. Airline Fleet Assignment with Time Windows. *Transportation Science*, 2003, vol. 34, iss. 1, pp. 1–20.

Rosenberger J. M., Johnson E. L., Nemhauser G. L. Rerouting Aircraft for Airline Recovery. *Transportation Science*, 2003, vol. 37, iss. 4, pp. 408–421.

Shebalov S. Practical overview of Demand-Driven Dispatch. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 2009, vol. 8, iss. 2, pp. 166–173.

Smith B. C. *Robust Airline Fleet Assignment*. (Ph.D. thesis). USA, Georgia Institute of Technology, 2004.

User's Manual. IBM ILOG CPLEX Optimization Studio. IBM Corporation. Available at: <https://www.ibm.com/docs/en/icos/20.1.0?topic=cplex-users-manual>.

Vinogradov L. V., Fridman G. M., Shebalov S. M. Matematicheskoye Modelirovaniye v Optimizatsii Planirovaniya Aviatsionnykh Perevozok: Formulirovki i Metody Resheniya Tipovykh zadach [Mathematical Modeling in the Optimization of Air Transport Planning: Formulations and Solution Methods for Standard Problems]. *Nauchnyy Vestnik Moskovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta Grazhdanskoy Aviatsii* [Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation], 2008, N 132, pp. 49–57. (In Russian)

Vinogradov L. V., Fridman G. M., Shebalov S. M. Matematicheskoye Modelirovaniye v Optimizatsii Planirovaniya Aviatsionnykh Perevozok: Perspektivy Razvitiya i Effekt of Ispol'zovaniya [Mathematical Modeling in the Optimization of Air Transport Planning: Development Prospects and the Impact of Implementation]. *Nauchnyy Vestnik Moskovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta Grazhdanskoy Aviatsii* [Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation], 2008, N 132, pp. 58–64. (In Russian)

Wang Q., Mao J., Wen X., Wallace S. W., Deveci M. Flight, Aircraft, and Crew Integrated Recovery Policies for Airlines — a Deep Reinforcement Learning Approach. *Transport Policy*, 2025, vol. 160, pp. 245–258.

Wu S., Liu E., Cao R., Bai Q. *Airline Recovery Problem Under Disruptions: a Review*. *Computers & Operations Research*, 2024.

Статья поступила в редакцию 4 мая 2026 г.

Статья рекомендована в печать 10 июля 2026 г.

ИСТОРИЯ ФИНАНСОВ И УЧЕТА

А. Л. Дмитриев

канд. экон. наук, доцент кафедры общей экономической теории Санкт-Петербургского государственного экономического университета; доцент кафедры экономической кибернетики Санкт-Петербургского государственного университета; научный сотрудник Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ В ПРЕДРЕФОРМЕННЫЙ ПЕРИОД В РОССИИ¹

Введение

В 2026 г. исполнилось 215 лет российской государственной статистике. Эта дата широко отмечалась в статистических кругах. За более чем двухвековой период государственная статистика прошла большую эволюцию: от небольшого Статистического отделения при Министерстве полиции, возглавляемого К. Ф. Германом (1767–1838), до современной системы статистики в рамках Росстата. Становлению российской государственной статистики посвящено немало работ. Отметим лишь наиболее важные (Гозулов, 1972; Рябушкин, Симчера, Машихин, 1985; Елисеева, Дмитриев, 2013; 2016).

Между тем остается еще немало белых пятен в истории отечественной статистики, не охваченных исследователями. Среди них — специальные статистические работы, проводимые Министерством внутренних дел (МВД)² в предреформенный период. Некоторые из аспектов этой деятельности были затронуты в работе современника событий Н. В. Варадинова (1817–1886) (Варадинов, 1862), в официальном юбилейном издании 1913 г. (Юбилейный сборник..., 1913), а также работах Б. Г. Плошко (1907–1986) (Плошко, 1959; 1963) и Б. А. Вальской (1916–2002) (Вальская, 1951).

Напомним, а это важно для последующего изложения, что в 1819 г. Статистическое отделение при Министерстве полиции было придано канцелярии МВД. В 1823 г. оно вошло в состав Департамента исполнительной полиции МВД. В 1834 г. учреждено особое Статистическое отделение при Совете МВД, а во всех губерниях было велено создать губернские статистические комитеты под председательством гражданских губернаторов. Этот процесс растянулся на долгие годы³. К 1855 г. их было создано 33 (Вернадский, 1855, с. 71). После отставки К. Ф. Германа в 1835 г. руководство статистической службой принял его ученик К. И. Арсеньев (1789–1865). В 1847 г. был создан Временный Люстрационный комитет по делам западных губерний для люстрации помещичьих имений Западного края. В декабре

¹ Данная статья подготовлена в рамках государственного задания РАНХиГС.

² Вопрос о статистических работах других министерств здесь не рассматривается. Из важнейших, где проводились такие, назовем Министерство государственных имуществ и Министерство финансов.

³ Как справедливо отмечал Б. Г. Плошко, «комитеты эти комплектовались по принципу формального представительства губернских учреждений (председатель — губернатор, члены — губернский предводитель дворянства, вице-губернатор, почетный попечитель гимназии, инспектор врачебной управы и т. д.) Освобожденных работников в них не предусматривалось, ассигнований на их работы не выделялось. В результате большинство губернских статистических комитетов в течение всего пореформенного периода числилось только на бумаге, в действительности же они не производили никаких работ» (Плошко, 1968, с. 175–176).

1852 г. Статистическое отделение было объединено с Временным Люстрационным комитетом по делам западных губерний и создан Статистический комитет при МВД, который был непосредственно подчинен министру внутренних дел. От министра он получал задания, приказания и наставления. В декабре 1853 г. К. И. Арсеньев подал в отставку. По новым правилам руководство Статистическим комитетом возлагалось на товарища министра внутренних дел, а управляющим становился член совета министра внутренних дел (Елисеева, Дмитриев, 2016, с. 53). Такая система просуществовала до кардинальной реформы статистической службы в 1863 г. Статистический комитет состоял из двух отделов: земского и статистического. Отметим, что по временному штату 1853 г. Статистический комитет состоял из: «правителя дел, трех старших производителей работ, трех помощников (младших производителей работ) и трех «прочих канцелярских чиновников» (Елисеева, Дмитриев, 2016, с. 54).

В марте 1858 г. Статистический комитет был реорганизован в Центральный статистический комитет при МВД. В 1863 г. последовала новая реорганизация — во многом по инициативе А. Г. Тройницкого (1807–1871) и П. П. Семенова (с 1906 г. — Семенова-Тян-Шанского) (1827–1914) Статистический отдел МВД был преобразован в Центральный статистический комитет (ЦСК) на правах других департаментов МВД, директором которого и стал П. П. Семенов. В таком виде ЦСК просуществовал до 1918 г. (Высшие и центральные государственные учреждения..., 2001, с. 48–49).

Статистика городов

Слабость текущей государственной статистики в условиях роста потребности в статистических данных не могла не приводить к организации специальных работ, выходящих за рамки сбора и обработки данных, определенных циркуляром МВД. В результате МВД организовывало такие работы в весьма широких масштабах. Так, первыми по времени были статистические обследования городов. Напомним, что в начале XIX в. с целью «изыскать способы к усилению доходов», в целом ряде городов были учреждены комитеты по уравниванию городских повинностей. В 1836 г. циркуляром министра внутренних дел такие комитеты были созданы во всех городах, а при Хозяйственном департаменте МВД была образована Комиссия по устройству городского хозяйства. Поскольку деятельность этих комитетов в области учета хозяйства городов и по разработке городских доходов и расходов была явно неудовлетворительной, в 1842 г. по Высочайшему повелению при Хозяйственном департаменте¹ МВД было образовано Временное (городское) отделение с целью «устройства в целом государстве городского хозяйства» (Сборник циркуляров..., 1856, т. 5, с. 165). Это отделение просуществовало до 1849 г.

Создание статистики городов Российской империи было выдвинуто в качестве важнейшей и первоочередной задачи. «При образовании министерств, — отмечалось

¹ Хозяйственный департамент был создан в ноябре 1819 г. для руководства городским хозяйством, организации снабжения населения продовольствием, совершенствования земледелия и других отраслей сельского хозяйства. Упразднен в марте 1904 г. в связи с учреждением Главного управления по делам местного хозяйства и Совета по делам местного хозяйства. Первоначально (в 1820–1850 гг.) состоял из нескольких отделений, которые заведовали продовольственным делом, заведениями, содержащимися за счет общественных капиталов, делами общественного призрения, сословным управлением в городах. Позже (1890-е гг.) возникли и другие отделения. В 1836–1852 гг. во главе департамента стоял М. И. Лекс (1793–1856), а в 1852–1861 гг. — Н. А. Милютин (1818–1872), которые возглавляли Статистический комитет МВД: М. И. Лекс в 1854–1855 гг., а Н. А. Милютин — в 1859–1861 гг. в ранге товарищей министра внутренних дел.

в Плате административной статистики городов, утвержденном 14 июля 1843 г., — им поручено было составить, по каждой части управления, полную и подробную статистику, без которой все правительственные соображения не могут быть верны, все действия и распоряжения тверды и положительны. Ныне, при устройстве городского общественного хозяйства и управления, необходимость такой статистики, примененной к видам и потребностям администрации, обнаружилась во всей силе. Без нее нельзя ни приступить к новому и основательному устройству этой части, ни следить после того за ее состоянием и дальнейшим развитием. Чтобы положить наконец основание административной статистике городов в хозяйственном и правительственном отношениях, — по приказанию господина министра внутренних дел, Временное отделение Хозяйственного департамента займется систематическим изложением сведений о современном состоянии каждого города» (Сборник циркуляров..., 1854, т. 1, с. 268).

Собирание статистических данных осуществлялось силами чиновников МВД, командируемых на места, с привлечением сотрудников с мест. Статистическое описание каждого из городов должно было включать в себя следующую информацию:

- «I. Пространство и расположение города и его земель,
- II. Население города,
- III. Постройки,
- IV. Хозяйство городских жителей,
- V. Общественные заведения (учебные, кредитные, благотворительные, исправительные и др.),
- VI. Общественные повинности,
- VII. Городское управление,
- VIII. Обороты суммы общественного хозяйства» (Сборник циркуляров..., 1856, т. 5, с. 171).

Отметим, что программа статистических наблюдений была весьма детальной. Учет недвижимых имуществ должен был охватывать земли, различные угодья, здания, заведения, как внутри города, так и вне его мызы, фольварки и деревни. Все сведения должны были включаться «с изъятием меры, величины, качества, дохода, способа взимания и т. п. по прилагаемым формам» (Общая инструкция чиновникам..., 1856, т. 5, с. 169). Учет жителей городов планировалось осуществить не только по сословной принадлежности, но и «по хозяйственному их состоянию, по труду и промыслу каждого». Речь шла и о выборочных обследованиях: в части хозяйств городских жителей предполагался сбор сведений по ряду вопросов. В «Замечаниях на опыт инвентарного описания губернского города Ярославля в 1843 году» эти вопросы были сформулированы следующим образом: «1) Производительные и вообще промышленные силы города. 2) Нужды и местные способы потребления. 3) Процесс обращения потребляемых предметов, или торговля внутренняя и внешняя. 4) Средняя цена предметов потребления. 5) Общий взгляд на состояние городского частного хозяйства» (Замечания на опыт..., 1854, с. 293).

Подчеркнем, что организаторы описаний города хорошо понимали невозможность строить свою работу на материалах текущей административной статистики по целому ряду причин: во-первых, ограниченности ее программ, во-вторых, вследствие недостоверности ее данных. «Если ограничиваться собранием путем официальным, то конечно нельзя будет наполнить и десятой доли составленной программы, — отмечалось в вышеназванных «Замечаниях», — и то, что получится, не может иметь большой цены, потому что многие официальные цифры, без значительной проверки, не внушают доверия» (Замечания на опыт..., 1854, с. 297).

Тем не менее большое внимание уделялось самой организации работ. Статистические данные должны были браться из *письменных документов и официальных донесений*, показаний сведущих лиц и путем «непосредственного наблюдения лицами», проводящими обследование. Была составлена подробная инструкция чиновникам, командируемым для обозрения городов, а также специальные формы, по которым должен был проводиться сбор сведений. Большое внимание в этих инструкциях было уделено необходимости обеспечить достоверность собираемых данных. Любопытно сделанное замечание относительно использования имеющихся у местной администрации статистических данных: «Через местные начальства надлежит собирать только те сведения, которых нельзя получить другим путем и которые должны быть совершенно им известны; во всех же прочих случаях за неимением письменных документов, чиновник должен обирать показания от местных обывателей и других лиц, употребляя этот способ и для проверки тех данных, которые будут доставлены ему от местного начальства» (Замечания на опыт..., 1854, с. 172).

Сведения, получаемые путем опроса «сведущих лиц», предлагалось комбинировать с имеющимися сплошными данными и, проводя соответствующие расчеты, добыть сведения, которые нельзя было получить прямым путем (например, данные о личном потреблении). Но была и обратная сторона таких действий — статистические данные носили весьма приближенный характер. Между тем проведение инвентаризации городских имуществ, которая происходила одновременно с описанием городов, позволяла повысить точность соответствующих разделов таких описаний.

Кроме инструкции был издан специальный план административной статистики городов, описание г. Ярославля и критические замечания по допущенным в данном описании погрешностям и ошибкам. Отметим, что «статистическое описание городов» было развернуто весьма широко — об этом можно судить как по прямым данным о количестве обследованных городов, так и по статистическим изданиям, подготовленным Временным отделением Хозяйственного департамента. Так, из материалов отчетов МВД следует, что начиная с 1842 г. работы проводились только в течение первых шести лет чиновниками министерства в 138 городах, и в 60 — были полностью закончены. В 1854 г. число обследованных городов с полной инвентаризацией достигало 120, а с законченными описаниями — 117 (Плошко, 1963, с. 450). В этот период Городское (бывшее Временное) отделение Хозяйственного департамента организовало два капитальных издания, ставших итогом статистических работ: «Общественное устройство и хозяйство городов» в двух томах (1859) и многотомный труд «Городские поселения в Российской империи» (первый том вышел в 1860 г.). Оба эти издания по тем временам были образцовыми. Так, первый том «Общественного устройства» давал сведения о городских доходах и расходах по каждому поселению, начиная с 1838 по 1853 г., губернские итоги по этим данным, а также детальную разработку данных за 1853 г. Во втором томе представлены сведения о доходах и расходах за 1854—1857 гг., которые были разработаны по более детализированной программе. Второе издание — «Городские поселения в Российской империи» представляли собой первый в истории страны список городских поселений, составлявшийся на протяжении 12 лет (с 1842 по 1854 г.). Этот список, подготовленный в алфавитном порядке, содержал по каждому населенному пункту все правительственные постановления на 1 января 1860 г. относительно его значения в административном плане, строительной части, городских доходов и расходов, повинностей, льгот местных сословных прав обывателей и управления. Также приводились данные о населении и городских доходах и расходах за 1858 г. Где это было возможно, по каждому населенному пункту приводилась историческая справка и сведения о выделении отдельных видов угодий.

Такая публикация имела большое значение — впервые для статистики городского хозяйства была создана весьма надежная и проверенная база.

Близким по характеру к статистике городов было составление списков населенных мест, проводившееся ЦСК МВД, начиная с 1859 г. Значение такой работы очевидно. Недаром МВД дважды (в 1830-х и в 1850-х гг.) делало попытки подготовить аналогичные списки, но оба раза неудачно. Материальные средства, ассигнуемые для подготовки списков в 1859 г., были очень ограничены. Организатором работы было предложено составить их «без всяких новых исследований и разысканий, по тем сведениям, какие должны быть постоянно в распоряжении каждого губернского и уездного ведомства» (Списки населенных мест..., 1861, с. VIII). Но новый состав и организация ЦСК МВД, улучшение деятельности губернских статистических комитетов, большее чем раньше внимание к статистике со стороны администрации позволили закончить данную работу в короткий срок — на 15 апреля 1861 г. она была завершена по основному числу губерний и началась публикация материалов в виде серии выпусков, каждый из которых был посвящен отдельной губернии.

Любопытно, что исполнителями работ на местах при учете сельских населенных мест стала земская полиция, а при учете городов — губернские статистические комитеты. В случаях, когда населенные места подчинялись определенному ведомству (Министерству государственных имуществ, уделов и т. п.) соответствующие списки составлялись его органами. Все списки по губерниям сосредотачивались в губернских статистических комитетах, которые были обязаны их проверить, сравнив с материалами военно-статистических обозрений Генерального штаба¹, и предоставить в ЦСК МВД. Разработка списков осуществлялась работниками Статистического комитета Е. К. Огородниковым (1816–1884), И. И. Вильсоном (1836–1914), Л. Н. Майковым (1839–1900) и др.

Обратимся к содержанию выпусков «Списков населенных мест». Каждый из них включал: 1) вводные статьи с характеристикой природно-географических, этнографических, исторических, экономических особенностей губернии; 2) карту и таблично-официальные списки населенных мест (по городам и сельским населенным пунктам), по каждому из которых давалось официальное и местное наименование, положение (при какой реке), расстояние от уездного города (для городов — до столиц), число дворов, число жителей с делением по полу, число церквей, учебных и богоугодных заведений, почтовых станций, базаров, пристаней, фабрик и заводов и т. п.; 3) сводные характеристики населенных мест губернии и алфавитный указатель населенных мест. Сводные характеристики включали три таблицы: 1) распределение населенных мест по категориям («наименования»): города, посады, местечки, погосты и т. д., 2) распределение населенных мест по числу дворов, 3) распределение населенных мест по числу жителей. Несмотря на ряд дефектов этого издания, обусловленных характером местных исполнительных работ, следует признать составление списков весьма полезной специальной статистической работой МВД.

Статистические экспедиции

Большое значение среди статистических работ МВД занимали экспедиции 1852 г. в Ярославскую и Нижегородскую губернии. В отличие от других похожих работ, они не были рассчитаны на удовлетворение каких-то оперативных потребностей

¹ Речь идет об издании «Военно-статистическое обозрение Российской империи, издаваемое по Высочайшему повелению при 1 отделении Департамента Генерального штаба». Вышло 17 выпусков в 1848–1855 гг.

МВД. Эти опытные работы, которые были осуществлены решением министра внутренних дел Л. А. Перовского (1792–1856) от 3 августа 1843 г., имели целью проверить только становившуюся экспедиционную систему собирания статистических данных. Данная система должна была заменить полностью дискредитировавший себя сбор сведений силами местного административно-полицейского аппарата. Общее руководство экспедициями возлагалось на Временный статистический комитет, созданный в 1843 г. В Инструкции статистическим экспедициям отмечалось, что «по всем своим действиям экспедиция состоит в непосредственном ведении Временного статистического комитета, учрежденного при Министерстве» (Инструкция..., 1854, с. 228). По существу, Временный комитет, состоящий тогда из товарища министра внутренних дел и четырех сотрудников, принимал участие в руководстве экспедициями 1852 г. По утверждению И. В. Вернадского (1821–1884), оно осуществлялось Н. А. Милютиным, К. И. Арсеньевым, Н. И. Надеждиным и И. П. Липранди (Вернадский, 1855, с. 73). Отметим одно важное обстоятельство. Большая часть сотрудников Статистического комитета МВД были членами Императорского Русского географического общества (ИРГО), созданного в 1845 г., и активными членами его Статистического отделения. В ИРГО обсуждался план статистических работ и в, известной степени, эту организацию можно считать организационным центром российской статистики 1840–1850-х гг. О деятельности Статистического отделения ИРГО и совместных работах с МВД существует блестящая статья Б. А. Вальской, не утратившая своего значения (Вальская, 1951).

Задачи экспедиций «на первый взгляд» ограничивались исследованиями о народонаселении. Согласно плану исследований необходимо было получить «а) общее статистическое обозрение народонаселения губерний во всех его местных видах и распределениях, и б) статистический список всех населенных местностей губерний» (Вернадский, 1855, с. 72). В такое «обозрение» входило сравнение бывших переписей, «исчисление по степени водворения», размещение населения в крае, распределение по общественному и государственному устройству, движение народонаселения, семейный состав, состав по вероисповеданию, этнографический состав.

В проведении экспедиций основную роль играли специально командированные чиновники и 1–2 писца. Сама программа наблюдения, хотя и ограниченная, в основном вопросами о населении, была достаточно детальной и подробной. Работники экспедиций должны были, пользуясь данными на местах, дополнять ее «личным обозрением», которому организаторы экспедиций придавали большое значение. Нужно было собрать, выверить и свести воедино статистические данные. Работы экспедиций продолжались около трех лет. Ими был собран большой материал не только по населению, но и по «предметам промышленности», часть которого позже была опубликована в виде специального сборника «О составе и движении населения по губерниям Нижегородской и Ярославской» в 1861 г. (вып. 1). Сборник включал таблицы со сведениями о населении. Существовал план издания и второго выпуска в котором предполагалось поместить примечания к таблицам первого сборника, дополнительные сведения и материалы, а также «подробности о ходе работ по обоим экспедициям». Однако это издание в свет не вышло. Никаких экспедиций в другие губернии страны МВД больше не организовывало, очевидно, признав свой опыт неудачным.

В чем была неудача экспедиций в эти две губернии? С одной стороны, как отмечалось выше, основной дефект правительственной статистики был в базировании ее на неудовлетворительных материалах местного полицейского аппарата. С другой стороны, такие обследования представляли собой весьма громоздкую и дорогую операцию, что создавало огромную нагрузку на скромный бюджет

МВД. В условиях 1850-х гг. несостоятельность подобных экспедиционных форм становилась ясной и организация опытных экспедиций, через девять лет после того, как уже было принято решение о их проведении, как отмечал Б. Г. Плошко, скорее всего, было инерцией аппарата МВД, чем мерой, отвечающей текущим потребностям (Плошко, 1963, с. 455).

Статистические исследования для крестьянской реформы 1861 г.

Наибольший интерес из специальных статистических работ МВД представляют работы, связанные с подготовкой отмены крепостного права в России в 1861 г. Их значение обусловлено как большим интересом и важностью полученных материалов, так и существенным вкладом в решение организационных вопросов статистики. В процессе подготовки крепостного права были проведены следующие работы: 1) исследования, посвященные характеристике крепостного населения России, 2) разработка данных о ценах на земли (для определения размера выкупных платежей), 3) исследования состояния помещичьего землевладения (землепользования, крепостным повинностям и задолженности помещиков).

Первая группа работ выполнялась Статистическим, а после преобразования — Центральным статистическим комитетом на основе материалов IX и X ревизии в 1857—1860 гг. Результаты этих исследований были изложены в двух трудах А. Г. Тройницкого, руководившего Статистическим комитетом в 1861—1863 гг.: «О числе крепостных людей в России», опубликованной в 1858 г. в «Журнале Министерства внутренних дел», и в работе «Крепостное население в России по 10-й народной переписи», вышедшей в 1861 г. отдельным изданием.

Первая работа базировалась на данных IX ревизии о численности крепостного мужского населения. Источником информации были сведения, предоставляемые казенными палатами (в некоторых случаях последние давали окладные списки населения 1857 г.), и представляли собой «настоящую юридическую численность крепостного сословия в России» (Тройницкий, 1858, с. 30). В процессе обработки исходные данные подвергались целому ряду корректировок. Так, например, в состав крепостного населения были дополнительно включены заводские крепостные, не вошедшие в списки казенных палат, и крепостное население в военных поселениях и землях казачьих войск. В ходе разработки статистических материалов проводилась группировка всего крепостного населения по категориям владельцев: дворяне, владевшие крепостными без земли, и помещики (земледельцы) с числом душ крепостных до 21, от 21 до 100, от 100 до 500, от 500 до 1000 и более 1000. Все данные приводились в губернском разрезе. Были проведены группировки губерний по степени развития крепостных отношений, исчислены средние и относительные показатели, проведены динамические сопоставления по основным группам населения.

Исследование крепостного населения России по данным X ревизии было более полным и тщательным. Осуществляя эту работу, ЦСК МВД исходил из решения двух основных задач: во-первых, дать характеристику крепостного населения страны, а во-вторых, получить материал для сравнения ревизских данных о числе жителей по сословиям с такими же данными о наличном населении губерний по данным губернских статистических комитетов. В качестве исходных данных использовались полученные ЦСК из казенных палат копии перечневых ведомостей о числе крепостных обоого пола, записанных в X ревизию по каждой губернии, и кроме того, ведомости о числе дворян и помещиков, владеющих крепостными. Эти ведомости подвергались специальной проверке с уточнением

выявленных погрешностей по губерниям. В качестве базы сравнения использовались данные о наличном населении 1858 г., полученные от губернских статистических комитетов (где комитеты не были образованы, информация поступала из отчетов губернаторов). Разработка данных велась по основным категориям крепостного населения и включала пять ведомостей о помещичьих крестьянах, одну — о крестьянах различных ведомств, две — о крепостных в Закавказском крае, одну — итоговую по России в целом и карту с показом «крепостного процента» по губерниям страны. По основной категории крепостных разработка данных велась в нескольких направлениях: приводились поуездные итоги с подразделением на состоящих на общем и условном праве, крестьян и дворовых, мужчин и женщин. Как и в разработке материалов IX ревизии, в губернских итогах была дана группировка крепостных по категориям помещиков, которым они принадлежали, дворяне без земли, помещики, имевшие 21 душу, и т. д. Дворовые люди подвергались специальной группировке по полу и категории (приписанные к населенным имениям, собственным домам владельцев, домам посторонних лиц и т. п.) Исчислялись средние и относительные величины.

Давая оценку работам Статистического комитета по данному вопросу, нужно отметить, что они были весьма квалифицированными. Однако качество исходных статистических материалов IX и X ревизий было не очень высоким. Так, оценивая данные X ревизии и сведения о населении, полученные другими путями, ЦСК в 1861 г. констатировал: «Из этого сравнения оказалась чрезвычайная разность в итогах населения по трем установленным у нас официальным источникам: народным переписям, губернским отчетам и духовным метрическим книгам» (РГИА, ф. 1290, оп. 1, д. 309, л. 32). Умелая разработка данных позволила использовать положительное содержание этих материалов, обеспечив получение показательных характеристик для принятия управленческих решений в ходе реформы 1861 г.

Изучение цен на землю

Три разработки, проведенные Земским и Хозяйственным отделом ЦСК совместно с Хозяйственным департаментом МВД, касались очень важного в то время вопроса — ценам на землю. Одна из них была посвящена продажным ценам земли. Вторая — ценам на земли, проданные с публичного торга. Третья — ценам на пустопорожние земли в вольной продаже. Эти работы были организованы по единому плану и прямо дополняли друг друга. Они были проведены на высоком уровне и при непосредственном руководстве Н. А. Милютина¹. Первые две работы основывались на достаточно надежных данных — купчих крепостях, в которых были зафиксированы как цены, так и количество земли, проданной при совершении сделок в течение пяти лет с января 1854 г. по январь 1859 г.

Данные были подвергнуты дополнительной проверке и корректировке, направленной на то, чтобы исключить «обстоятельства, имевшие влияние на чрезмерное возвышение или понижение цен» (Сведения о продажных ценах..., 1859, с. 4). Скорректированные данные приводились в погубернских и поуездных итогах с дополнительным подразделением на земли «населенные» и «незаселенные». Кроме того, приводилась информация о числе случаев продаж, количестве проданных ревизских душ и земли, общая стоимость проданного и относительные величины (земли на одну душу, продажная цена на одну душу и на одну десятину).

¹ О службе Н. А. Милютина и его трудах см. (Шилов, 2007, с. 497–501).

Эти исследования имели существенное значение для получения целостной картины оценки земель в то время и не утратили своего значения для современных историко-экономических исследований. Характер предварительной корректировки данных купчих крепостей и принятая в последующей разработке методика исчисления средних цен говорили о попытках нивелировать завышение или занижение цен на землю. Так, авторы разработок отмечали необходимость «уменьшить влияние случаев, хотя вероятных по обозначенной цене, но которые, по весьма значительному пространству проданных земель, могут иметь большое влияние на средние выводы». И далее поясняли: «Подобные продажи обыкновенно способствуют к понижению средних цен, ибо почти всегда: чем больше имение, тем оно продается сравнительно дешевле» (Сведения о продажных ценах..., 1859, с. 5). Такое «уменьшение» производилось двумя способами. Первый состоял в том, что цена продаж больших имений взвешивалась не по фактическому количеству продажной земли, а по средней величине продажи в расчете на одну сделку, как это делалось при расчете средней цены земель, проданных с публичного торга. Другим способом был отказ, в случае продажи больших имений, от использования средних, в которых цены взвешивались по количеству проданной земли. Чаще всего применялись взвешенные средние. Но если имелось небольшое число сделок (по уезду не более пяти), то ввиду того, что «здесь нельзя отличить обыкновенных случаев от исключительных» (Сведения о продажных ценах..., 1859, с. 6), организаторы разработок использовали простые средние.

В своей работе Б. Г. Плошко наглядно показал соотношение простых и взвешенных средних на земли, проданные с публичного торга для 16 губерний с наибольшим процентом крепостного населения (таблица).

Таблица

Соотношение простых и взвешенных средних цен за десятину земли

Наименование губерний	Средняя цена одной десятины в рублях рассчитанная,		Простая средняя в процентах к взвешенной
	по взвешенной средней	по простой средней	
Тульская	32,6	33,2	102
Подольская	30,8	31,2	101
Рязанская	28,0	31,7	113
Нижегородская	27,7	27,1	98
Киевская	23,4	30,5	130
Калужская	20,6	21,3	103
Ярославская	19,0	21,1	117
Смоленская	14,7	13,5	92
Могилевская	11,9	9,5	86
Волынская	11,7	15,5	132
Владимирская	11,3	16,7	148
Костромская	11,0	12,6	114
Витебская	10,2	12,4	121
Тверская	9,3	14,4	155
Псковская	9,2	10,8	118
Минская	8,4	14,1	168

Как видно из таблицы, только в трех случаях простая средняя оказалась меньше взвешенной, причем максимальное расхождение в сторону снижения цены составило всего 14%, а отклонения в сторону завышения доходили до 68%.

Третья работа была посвящена характеристике цен «на пустопорожные земли в вольной продаже» и строилась на совершенно другой основе, чем предыдущие работы. В качестве источника сведений были использованы данные, собиравшиеся от уездных предводителей дворянства в 1856 и частично в 1857 гг. Для уточнения представленных ими цен соответствующие ведомости были посланы на отзыв губернаторам и специалистам в области сельского хозяйства. Также были привлечены сведения Департамента сельского хозяйства Министерства государственных имуществ. В результате организаторы обследования вынуждены были признать: «Все произведенные изыскания и отзывы многих опытейших хозяев утверждают в той мысли, что при настоящих условиях нашего сельского быта, цены на земли не везде устанавливались надлежащим образом, а потому показания о существующих ценах не всегда могут иметь положительную точность» (Сведения о ценах..., 1860, с. III–IV). Несмотря на это, заявленные материалы о ценах были изданы. Издание содержало погубернские и поуездные данные о количестве пустопорожных земель в вольной продаже, по основным видам: пахотная, сенокосная, занятая дровяным лесом, занятая строевым лесом. По каждому виду указывался род, качество и местоположение земель, а также цены: высшая, средняя, низшая. Основным источником данных выступали предводители дворянства, в иных случаях приводились данные о ценах, полученные от губернаторов или от Министерства государственных имуществ.

Задолженность дворянства

Еще одной значительной работой рассматриваемого периода было изучение задолженности дворянства (прежде всего, помещиков). Эта работа проводилась МВД совместно с Министерством финансов и Ведомством учреждений императрицы Марии во второй половине 1850-х гг. Результаты исследования были опубликованы в сборнике «Сведения о банковых и других казенных долгах и хозяйственном положении губерний в 1856 году» (на обложке — «Банковые долги и положение губерний в 1856 году») (1859). Материалы этого сборника в извлечениях были опубликованы также в 1860 г. в «Журнале Министерства внутренних дел». Основываясь на достоверных сведениях таких государственных кредитных учреждений, как Государственный заемный банк, приказы общественного призрения на местах и других, сборник содержал сведения об общих размерах задолженности государству как по кредитным операциям, так и налоговым сборам, лежавшим на губерниях. Здесь учитывалась общая сумма банковских и других казенных долгов, количество ссуд по каждому отдельному кредитному учреждению под залог имений, с обозначением задолженности имений и числа душ, которые в них значатся. Аналогичные сведения представлялись по ссудам под незаселенные имения, виноградники и сады (вместо числа душ здесь приводились сведения о количестве земли), по ссудам, выданным под каменные здания и билеты кредитных установлений. Эти данные разбивались на две категории, в которых давалась итоговая характеристика задолженности всех видов, лежащих на помещичьих имениях и на городском населении. Вычислялись относительные величины (доля заложенных имений и душ в закладе, величина долга на одну душу). По расчетным данным 31,1% имений, охватывающих 61,7% крепостных были заложены (Плошко, 1963, с. 462). Очевидно, что эта работа была выполнена, также в рамках подготовки к реформе 1861 г.

Последним значимым статистическим исследованием, выполненным МВД в связи с разработкой крестьянской реформы 1861 г., стала разработка данных о крупном крепостном землевладении, опубликованная в 1860 г. в шести томах — «Приложения к трудам Редакционных комиссий для составления положения о крестьянах, выходящих из крепостной зависимости». Исходными материалами для этой разработки стали описания помещичьих имений, составленные губернскими комитетами по крестьянскому вопросу, занимавшимися подготовкой реформ. Но отсутствие централизованного руководства составлением описаний, без которого нельзя обеспечить единства исследования, отрицательно сказалось на качестве собранных материалов. Авторы публикации «Приложений» указывали, что «означенные описания, как материал для статистики, во многих отношениях неудовлетворительные: они составлены по разным формам и разными приемами, так что трудно сделать из них общие выводы по одним и тем же предметам. Кроме того, числовые показания в них часто весьма неполны и сбивчивы. Так, во многих описаниях не показано пространство земель с разделением на угодья, а земли, находящиеся в пользовании крестьян, смешаны с господскими или показаны в наделах на душу или тягло, без объяснения, сколько тягл или душ пользуются землею, или обозначены посевами и укосами, без определения нормального посева и сбора сена по расчету на десятину; весьма часто цифры земель по угодьям не сходятся с цифрами общего пространства земли, выставленного в описаниях; иногда не видно, сколько душ пользуется землею и какие несут повинности» (Приложения к трудам..., 1860, с. 11). При всех недостатках эти исследования являются единственным в истории отечественной статистики сплошным материалом о крепостном землевладении.

Разработка описаний помещичьих имений, осуществленная МВД, охватывала данные по 28 великорусским губерниям (первые четыре тома) и 10 западным и окраинным губерниям (шестой том). Из-за громоздкости материалов из разработки были исключены мелкие имения, а оставлены крупные и средние, имеющие 100 и более душ крепостных (на их долю приходилось почти 4/5 всего крепостного населения России). Изданные тома 1—4 и 6 содержали перечневое изложение данных по отдельным имениям по губерниям и уездам. Обобщение данных было сделано в ограниченном размере, только для 28 великорусских губерний, которые вошли в 5 том. Разработчики статистических материалов свою задачу видели в том, чтобы дать «определение существующих по каждому уезду наделов землею и оброков крестьян» (Приложения к трудам..., 1860, предисловие). По каждому уезду приводилось число имений с подразделением по форме эксплуатации («оброчные, издельные и использующие ту и другую форму»), дворовых на 100 душ крепостного мужского пола, крестьян мужского пола на 1 двор и 1 тягло, категорные подсчеты имений по величине земли, находящейся в пользовании крестьян, перечни данных по отдельным имениям о величине оброка (с тягла или души) с данными о размере надела земли на душу. Кроме того, приводились категорные подсчеты имений по характеру отпуска леса.

Заключение

1840—1850-е гг. были временем значительных перемен в области статистики. Необходимость реформирования крепостного строя усиливала потребность в статистических данных со стороны высшей администрации, что привело к росту объема статистических работ и к перестройке системы административной статистики. Пришло и понимание в необходимости детальных специальных исследований, а также взаимодействия с разными ведомствами.

Несмотря на определенные недостатки в проводимых статистических исследованиях МВД, работы сыграли позитивную роль, прежде всего, в подготовке крестьянской реформы 1861 г. Без владения численными характеристиками очень трудно было принимать правильные решения, учитывая огромную территорию Российской империи. Как справедливо отмечалось в работе (Рябушкин, Симчера, Машихин, 1985, с. 53), «ведомственная статистика как таковая в России была шире понятия собственно статистики и приближалась к понятию ведомственной информации, охватывая вопросы оперативного и технического учета, а также вопросы организации и управления. С другой стороны, ведомственная статистика разрабатывала лишь отдельные из тех вопросов, которые являются подлинным предметом государственной статистики».

Источники

- Вальская Б. А. Об экономико-географическом изучении России Статистическим отделением Министерства внутренних дел в 1835–1852 гг. // Вопросы географии. 1951. Сб. 27. С. 294–316.
- Варадинов Н. История Министерства внутренних дел. СПб., 1862. Ч. 3. Кн. 2.
- Вернадский И. Исторический очерк практической статистики // В воспоминание 12 января 1855 г. М., 1855. С. 1–92.
- Высшие и центральные государственные учреждения России. 1801–1917. М., 2001. Т. 2.
- Гозулов А. И. Очерки истории отечественной статистики. М., 1972.
- Елисеева И. И., Дмитриев А. Л. История российской государственной статистики, 1811–2011. М., 2013.
- Елисеева И. И., Дмитриев А. Л. Очерки по истории государственной статистики России. СПб., 2016.
- Замечания на опыт инвентарного описания губернского города Ярославля в 1843 году // Сборник циркуляров и инструкций Министерства внутренних дел. СПб., 1854. Т. 1.
- Инструкция статистическим экспедициям, отправляемым в губернии от Министерства внутренних дел, утвержденная 17.V.1852 г. // Сборник циркуляров и инструкций Министерства внутренних дел с учреждения министерства по 1 октября 1853 г. СПб., 1854. Т. 1. С. 225–229.
- Общая инструкция чиновникам, командируемым для обозрения городов // Сборник циркуляров и инструкций Министерства внутренних дел с учреждения министерства. СПб., 1856. Т. 5.
- Плошко Б. Г. Статистико-экономические описания 40–50-х годов XIX столетия (из истории русской дореформенной статистики) // Научные записки Ленинградского финансово-экономического института. 1959. Вып. 19. С. 178–203.
- Плошко Б. Г. Социально-экономическая статистика дореформенной России (1701–1861 годы). Очерк истории / Ленингр. финансово-экономический институт. Л., 1963. (Рукопись, архив А. Л. Дмитриева).
- Плошко Б. Г. Русская социально-экономическая статистика 20–30-х годов XIX в. // Методологические вопросы в статистических исследованиях. (Ученые записки по статистике. Т. 15). М., 1968. С. 166–189.
- Приложения к трудам редакционных комиссий для составления положений о крестьянах, выходящих из крепостной зависимости. Сведения о помещичьих имениях. СПб., 1860. Т. 1.
- РГИА — Российский государственный исторический архив
- Рябушкин Б. Т., Симчера В. М., Машихин Е. А. Развитие статистической науки в СССР. Вопросы методологии. М., 1985.
- Сборник циркуляров и инструкций Министерства внутренних дел с учреждения министерства по 1 октября 1853 г. СПб., 1856. Т. 5.
- Сборник циркуляров и инструкций Министерства внутренних дел. СПб., 1854. Т. 1.
- Сведения о продажных ценах на земли // Журнал Министерства внутренних дел. 1859. Ч. 37. Отд. 2. С. 1–46.
- Сведения о ценах на пустопорожные земли в вольной продаже в 1856–1858 гг. СПб., 1860.
- Списки населенных мест Российской империи. 1. Архангельская губерния. СПб., 1861.
- Тройницкий А. О числе крепостных людей России // Журнал Министерства внутренних дел. 1858. Ч. 30. Кн. 5. С. 1–36.

Шилов Д. Н. Члены Государственного совета Российской империи 1801–1906. СПб., 2007. Юбилейный сборник Центрального статистического комитета Министерства внутренних дел. СПб., 1913.

References

- Eliseeva I. I., Dmitriev A. L. *Istoriya Rossijskoj gosudarstvennoj statistiki, 1811–2011* [History of Russian State Statistics, 1811–2011]. Moscow, 2013. (In Russian)
- Eliseeva I. I., Dmitriev A. L. *Oчерки по истории gosudarstvennoj statistiki Rossii*. [Essays on the History of State Statistics of Russia]. St. Petersburg, 2016. (In Russian)
- Gozulov A. I. *Oчерки istorii otechestvennoj statistiki* [Essays on the History of Russian Statistics]. Moscow, 1972. (In Russian)
- Instruktsiya statisticheskim ekspeditsiyam otpravlyayemym v gubernii ot Ministerstva vnutrennikh del, utverzhennaya 17.V.1852 g. [Instructions for Statistical Expeditions Sent to the Provinces by the Ministry of Internal Affairs, Approved on May 17, 1852]. *Sbornik tsirkulyarov i instruktsiy Ministerstva vnutrennikh del s uchrezhdeniya ministerstva po 1 oktyabrya 1853 g.* [Collection of Circulars and Instructions of the Ministry of Internal Affairs from the Establishment of the Ministry to October 1, 1853]. St. Petersburg, 1854, vol. 1, pp. 225–229. (In Russian)
- Obshchaya instrukciya chinovnikom, komandiruemyim dlya obozreniya gorodov [General Instructions for Officials Sent to Survey Cities]. *Sbornik tsirkulyarov i instrukcij Ministerstva vnutrennikh del s uchrezhdeniya ministerstva* [Collection of Circulars and Instructions of the Ministry of Internal Affairs since the Ministry's Establishment]. St. Petersburg, 1856, vol. 5. (In Russian)
- Ploshko B. G. Russkaya social'no-ehkonomicheskaya statistika 20–30-h godov XIX v. [Russian Socioeconomic Statistics of the 1820s–1830s]. *Metodologicheskie voprosy v statisticheskikh issledovaniyah. (Uchenye zapiski po statistike. T. 15)* [Methodological Issues in Statistical Research. (Scientific Notes on Statistics. Vol. 15)]. Moscow, 1968, pp. 166–189. (In Russian)
- Ploshko B. G. *Social'no-ehkonomicheskaya statistika doreformennoj Rossii (1701–1861 gody). Oчерk istorii* / Leningr. finansovo-ehkonomicheskij institut. [Socioeconomic Statistics of Pre-Reform Russia (1701–1861). An Essay on History: Leningrad Financial and Economic Institute]. Leningrad, 1963. (Manuscript, A. L. Dmitriev's archive). (In Russian)
- Ploshko B. G. Statistiko-ehkonomicheskie opisaniya 40–50-h godov XIX stoletiya (iz istorii russkoj doreformennoj statistiki) [Statistical and Economic Descriptions of the 1840s–50s (From the History of Pre-Reform Russian Statistics)]. *Nauchnye zapiski Leningradskogo finansovo-ehkonomicheskogo instituta* [Scientific Notes of the Leningrad Financial and Economic Institute], 1959, vol. 19, pp. 178–203. (In Russian)
- Prilozheniya k trudam redakcionnyh komissij dlya sostavleniya polozhenij o krest'yanah, vyhodyashchih iz krepостной zavisimosti. Svedeniya o pomeshchich'ih imeniyah [Appendix to the Works of the Editorial Commissions for Compiling Regulations on Peasants Emancipated from Serfdom. Information on Landowners' Estates]. St. Petersburg, 1860, vol. 1. (In Russian)
- RGIA — Rossijskij gosudarstvennyj istoricheskij arhiv [Russian State Historical Archive]. (In Russian)
- Ryabushkin B. T., Simchera V. M., Mashikhin E. A. *Razvitie statisticheskoy nauki v SSSR. Voprosy metodologii* [The Development of Statistical Science in the USSR. Methodological Issues]. Moscow, 1985. (In Russian)
- Sbornik tsirkulyarov i instrukcij Ministerstva vnutrennikh del* [Collection of Circulars and Instructions of the Ministry of Internal Affairs]. St. Petersburg, 1854, Vol. 1. (In Russian)
- Sbornik tsirkulyarov i instrukcij Ministerstva vnutrennikh del s uchrezhdeniya ministerstva po po 1 oktyabrya 1853 g.* [Collection of Circulars and Instructions of the Ministry of Internal Affairs from the Establishment of the Ministry until October 1, 1853]. St. Petersburg, 1856, vol. 5. (In Russian)
- Shilov D. N. *Chleny Gosudarstvennogo soveta Rossijskoj imperii 1801–1906*. [Members of the State Council of the Russian Empire 1801–1906]. St. Petersburg, 2007. (In Russian)
- Spiski naselennyh mest Rossijskoj imperii. 1. Arhangel'skaya guberniya* [Lists of Populated Areas of the Russian Empire. 1. Arkhangelsk Province]. St. Petersburg, 1861. (In Russian)
- Svedeniya o cenah na pustoporozhnie zemli v vol'noj prodazhe v 1856–1858 gg* [Information on the Prices of Vacant Lands on Public Sale in 1856–1858]. St. Petersburg, 1860. (In Russian)
- Svedeniya o prodazhnyh cenah na zemli [Information on Sold Land Prices]. *Zhurnal Ministerstva vnutrennikh del* [Journal of the Ministry of Internal Affairs], 1859, part 37, section 2. (In Russian)
- Troynitsky A. O chisle krepостnyh lyudej Rossii [On the Number of Serfs in Russia]. *Zhurnal Ministerstva vnutrennikh del* [Journal of the Ministry of Internal Affairs], 1858, part 30, book 5, pp. 1–36. (In Russian)
- Val'skaya B. A. Ob ehkonomiko-geograficheskom izuchenii Rossii Statisticheskim otdeleniem Ministerstva vnutrennikh del v 1835–1852 gg. [On the Economic and Geographical Study of Russia by the Statistical Department of the Ministry of Internal Affairs in 1835–1852]. *Voprosy Georgii* [Problems of Geography], 1951, N 27, pp. 294–316. (In Russian)
- Varadinov N. *Istoriya Ministerstva vnutrennikh del* [History of the Ministry of Internal Affairs]. St. Petersburg, 1862, part 3, vol. 2. (In Russian)

Vernadsky V. Istoricheskiy ocherk prakticheskoy statistiki [Historical Essay on Practical Statistics]. *V vospominaniye 12 yanvarya 1855 g.* [In Memory of January 12, 1855]. Moscow, 1855, pp. 1–92. (In Russian)

Vysshie i central'nye gosudarstvennye uchrezhdeniya Rossii. 1801–1917 [Higher and Central Government Institutions of Russia. 1801–1917]. Moscow, 2001, vol. 2. (In Russian)

Yubilejnyj sbornik Central'nogo statisticheskogo komiteta Ministerstva vnutrennih del [Anniversary collection of the Central Statistical Committee of the Ministry of Internal Affairs]. St. Petersburg, 1913. (In Russian)

Zamechaniya na opyt inventarnogo opisaniya gubernskogo goroda Yaroslavlya v 1843 godu [Notes on the Inventory of the Provincial City of Yaroslavl in 1843]. *Sbornik cirkulyarov i instrukcij* [Collection of Circulars and Instructions]. St. Petersburg, 1854, vol. 1. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 20 июня 2026 г.

Статья рекомендована в печать 10 августа 2026 г.

М. В. Початков

комплаенс-эксперт, исполнительный директор ООО «Системная Экспертиза»

В. С. Волков

комплаенс-эксперт, директор по развитию ООО «Системная Экспертиза»

М. А. Сторчевой

канд. экон. наук, доцент Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (Санкт-Петербург)

ЗАЩИТА ЗАЯВИТЕЛЕЙ В КОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ: РАЗРАБОТКА УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ МОДЕЛИ¹

Введение

Основная цель данной статьи — разработка локального нормативного регулирования защиты заявителей в условиях пробела или недостаточности федерального регулирования. В современных компаниях «горячая линия» выступает одним из ключевых каналов получения сигналов о нарушениях. Эти каналы доступны работникам и внешним заинтересованным лицам, ставшим свидетелями несоблюдения правовых или этических норм менеджерами компании (Near, Miceli, 1985; 1995; 1996). Аналогичные каналы встроены и в информационные системы основных российских регуляторов (Банк России, ФАС, Прокуратура и др.). На практике именно обращения по «горячей линии» часто запускают последующие механизмы — учет, расследование и управленческие решения по нарушителям (Южакова, 2024). При этом очевидна низкая эффективность данного механизма в реальной практике, и одна из причин этого сбоя связана с отсутствием *полноценного законодательного режима защиты заявителей*. Ряд российских законодательных инициатив и некоторые международные обязательства, направленные на формирование защиты граждан (не относящихся к категориям из ч. 4 ст. 9 Федерального закона «О противодействии коррупции») от репрессий в связи с сообщениями о коррупции, так и не были полностью реализованы.

В данной статье представлено систематическое исследование этой проблемы и предложены пути ее решения. В начале мы описываем концепцию «горячей линии» и защиты заявителей в теории корпоративного управления. Далее рассматриваются попытки законодательного решения проблемы защиты заявителей и выделяются правовые лакуны. Затем рассказывается о практическом опыте авторов статьи решения данной проблемы через локальные нормативные акты и представляется систематический подход к внедрению корпоративной системы защиты заявителей, а также результаты валидации основных принципов этой системы через опрос российских компаний.

В зарубежной теории регулирования аналогичная проблематика описывается через концепции *self-regulation*, *enforced self-regulation*, *meta-regulation* и *reflexive law*. Их общая идея состоит в том, что право не всегда детально предписывает все правила поведения организации, оставляя компании обязанность разработать собственные нормы, механизмы контроля и способы отчетности. В модели

¹ Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

responsive regulation И. Айреса и Дж. Брейтуэйта (Ayres, Braithwaite, 1992) особое значение имеет идея enforced self-regulation, в которой организация разрабатывает внутренние правила, а публичный регулятор признает или контролирует их исполнение. В концепции meta-regulation, развитой К. Паркер (Parker, 2002; 2007), К. Коглианезе и Э. Мендельсоном (Coglianese, Mendelson, 2010), государство регулирует не только поведение организации напрямую, но и качество ее внутренних систем саморегулирования.

В российской правовой литературе локальные нормативные акты также рассматриваются как форма автономного регулирования отношений внутри организации, позволяющая не только учитывать особенности конкретного работодателя и в определенных пределах конкретизировать централизованные нормы, но и восполнять пробелы правового регулирования. Так, Е. Р. Веселова прямо связывает локальное нормотворчество с конкретизацией законодательства о труде и восполнением его пробелов (Веселова, 2004). Г. В. Хныкин рассматривает локальные источники трудового права как самостоятельный элемент системы источников трудового права (Хныкин, 2004). А. М. Лушников подчеркивает автономный, частноправовой характер локального нормотворчества, осуществляемого в пределах, установленных государством (Лушников, 2014). М. А. Драчук анализирует компетенцию работодателя как субъекта локального нормотворчества и ее пределы (Драчук, 2022).

Данное исследование обладает теоретической и практической новизной и актуальностью. В зарубежной литературе активно изучаются отдельные элементы эффективных каналов информирования: страх репрессий (Mesmer-Magnus, Viswesvaran, 2005; Gao, Greenberg, Wong-On-Wing, 2015), влияние корпоративной культуры (Kaptein, 2011), роль анонимности и связанных с ней управленческих механизмов (проверка и документирование фактов, обратная связь) (Kaplan, Schultz, 2007; Hunton, Rose, 2011; Kaplan, Pany, Samuels, Zhang, 2012), а также риски «бумажного комплаенса» (Soltes, 2020). Существенный блок исследований посвящен финансовой и учетной сфере (Dyck, Morse, Zingales, 2010; Call, Martin, Sharp, Wilde, 2018). Однако в России проблема представлена ограниченным числом публикаций (Макарова, 2015; Трунцевский, Матулис, 2021; Сотов, 2022).

Эмпирическая база исследования включает три источника: (1) анализ практик российских компаний по данным Антикоррупционного рейтинга российского бизнеса РСПП за 2022–2025 гг.; (2) пилотный кейс группы компаний «Металлоинвест», где в 2019–2025 гг. разработана и внедрена система предотвращения репрессий в отношении заявителей; (3) экспертная оценка модели: опрос представителей 15 российских компаний.

Основной вклад статьи — разработка модели локального нормативного регулирования защиты заявителей в условиях пробела или недостаточности федерального регулирования. Дополнительный результат — первичная экспертная оценка значимости этих элементов для российских компаний, позволяющая перейти от общего тезиса о необходимости защиты заявителей к описанию конкретных управленческих механизмов.

1. Проблема защиты заявителей и способы ее решения

1.1. Роль заявителей в комплаенс-системе

Комплаенс-система — совокупность внутренних политик, процедур, функций и контрольных механизмов, обеспечивающих соблюдение внешних требований и внутренних правил, а также выявление, предотвращение и устранение нарушений

(Treviño, Weave, Gibson, Toffler, 1999). Эффективная комплаенс-система является важнейшим элементом корпоративного управления в любой крупной компании. Типовая комплаенс-система включает: нормативную базу; организационную функцию и распределение ответственности; оценку рисков и контроль; обучение и коммуникации; каналы информирования; внутренние расследования и реагирование; мониторинг, аудит и корректирующие действия; отчетность и улучшения.

Каналы информирования не работают без готовности работников и контрагентов сообщать о нарушениях. Это механизм раннего предупреждения: инсайдеры часто первыми видят нарушения, которые не выявляются формальным контролем. Эффективность «горячей линии» определяется гарантиями заявителю. Ожидание репрессий уменьшает поток сигналов, и канал теряет диагностическую ценность (Mesmer-Magnus, Viswesvaran, 2005). Предсказуемые процедуры, конфиденциальность/анонимность с двусторонней связью, независимость ответственной функции, регулярная обратная связь и корректирующие действия, напротив, повышают доверие и вероятность сообщений. Защита заявителей тем самым одновременно снижает индивидуальные риски и повышает результативность всей комплаенс-системы.

Согласно статистике МВД РФ в 2025 г. выявлено 43 241 преступление коррупционной направленности (рост количества выявленных коррупционных преступлений составил 12,3% к аналогичному периоду прошлого года (АППГ)) (Состояние преступности..., 2026) 2721 (более 6,2%, рост к АППГ составил 18% (Состояние преступности..., 2026)) — в коммерческом секторе (получение/дача взятки, посредничество, мелкое взяточничество, коммерческий подкуп, мелкий коммерческий подкуп, здесь следует отметить, что для коммерческого подкупа и иных видов корпоративного мошенничества неизменно характерен высокий уровень латентности (Просьяник, 2026)). При этом фактический круг коррупционных деяний шире статистически отражаемого; кроме того, официальные данные не охватывают скрытую коррупцию: по криминологическим исследованиям, от 95 до 99% коррупционных эпизодов остаются вне статистики (Поляков, 2025).

Компании, не обеспечивающие защиту заявителей, создают значимые репутационные риски: непредотвращенные нарушения работников и менеджеров могут приводить к более масштабным последствиям. Дополнительный барьер создает развитие цифровых инструментов, усложняющее коррупционные схемы и усиливающее потребность в информировании.

1.2. Ограниченность правовой защиты заявителей

В российском праве существуют нормы о мерах безопасности для участников уголовного процесса и отдельных категорий заявителей о коррупции: 144-ФЗ от 12.08.1995 («Об оперативно-розыскной деятельности»), 119-ФЗ от 20.08.2004 («О государственной защите потерпевших, свидетелей и иных участников уголовного судопроизводства»), а также общие положения 273-ФЗ от 25.12.2008 («О противодействии коррупции»). Однако эта защита не покрывает репрессии в трудовых и управленческих формах (депремирование, ухудшение условий труда, взыскания, увольнение). Публичной статистики о фактической защищенности от таких последствий практически нет.

В федеральной политике предпринимались попытки расширить гарантии. Наиболее содержательная — проект Минтруда России (в развитие Национального плана противодействия коррупции 2014–2015 гг.), предусматривавший конфиденциальность, бесплатную юридическую помощь, защиту от неблагоприятных кадровых решений, меры прокурорского реагирования и материальное

стимулирование 5–15% от предотвращенного ущерба. Проект не был внесен в Госдуму; законопроекты 2017–2018 гг. также не приняты. Причины включали разногласия о круге защищаемых лиц и гарантиях, опасения злоупотреблений (Рогоцкая, 2017), вопросы прозрачности поощрения (Иванов, Гаджиев, 2015), бюджетные издержки и процессуальные пробелы. В результате сохраняется институциональный разрыв: готовность сообщать ожидается, а надежная рамка защиты в коммерческих организациях отсутствует, что усиливает роль внутренних корпоративных процедур.

Вместе с тем действующее российское право оставляет организациям пространство для локального нормативного восполнения этой недостаточности. Во-первых, ст. 8 ТК РФ закрепляет право работодателя принимать локальные нормативные акты, содержащие нормы трудового права, в пределах своей компетенции. Во-вторых, ст. 13.3 Федерального закона «О противодействии коррупции» возлагает на организации обязанность разрабатывать и принимать меры по предупреждению коррупции, включая определение ответственных подразделений или должностных лиц, сотрудничество с правоохранительными органами, разработку и внедрение стандартов и процедур добросовестной работы, кодекса этики и служебного поведения, а также предотвращение и урегулирование конфликта интересов. В совокупности эти нормы позволяют рассматривать локальный акт о защите заявителей как способ конкретизации общей антикоррупционной обязанности организации и как дополнительную гарантию, не ухудшающую положение работников (Трудовой кодекс РФ, 2001; «О противодействии коррупции» 273-ФЗ, 2008; Драчук, 2022).

1.3. Слабая защита заявителей в российских компаниях

Частный сектор свободен в определении политики защиты, но практика часто остается формальной. В 2022–2025 гг. один из авторов данной статьи как независимый эксперт Антикоррупционного рейтинга РСПП¹ оценил 15 организаций: в 7 из них заявлялась защита заявителей, но процедура не была формализована, а результаты не раскрывались в отчетности.

Ниже (табл. 1) приведена выдержка из таблицы оценки показателей рейтинга по критерию защиты заявителей с оценками эксперта²; показатель складывается из четырех компонентов: определения/принципы, описание процедур, КПЭ, раскрытие результативности. Показатели приведены к шкале 2025 г. (0–1 балл).

Наблюдения эксперта указывают и на отсутствие у ответственных подразделений «осязаемых» целей и методики защиты заявителей. В отдельных компаниях проявлялось негативное отношение к институту защиты из-за риска злоупотреблений и отсутствия прямых законодательных требований. В обсуждениях каналов информирования фиксировались признаки инструментального отношения к заявителям: гарантия отказа от репрессий иногда не рассматривалась, поскольку обращение трактовалось как «инициатива информатора», за которую организация «не должна нести ответственности». При подтверждении нарушений «полезность» приписывалась менеджменту, проводившему расследование, тогда как роль информатора нивелировалась; доказательств дальнейшего взаимодействия с заявителями, давшими результат, не предоставлялось.

¹ Рейтинг проводится ежегодно среди крупнейших компаний (в т.ч. по показателям объема реализации, прибыли до налогообложения и чистой прибыли). URL: <https://rspp.ru/simplepage/against-corruption/>

² См.: Приложение 1 к Методике Антикоррупционного рейтинга российского бизнеса. URL: <http://against-corruption.ru/rating/>.

Таблица 1

Оценки участников Антикоррупционного рейтинга РСПП
по критерию наличия системы защиты заявителей

Система защиты заявителей	Оценки эксперта														
	2022 г.		2023 г.			2024 г.					2025 г.				
	Компании (от 1 до 15)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Оценки отдель- ных компаний	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5
Средние годо- вые значения	0		0,33			0,2					0,3				

В итоге «горячая линия» нередко воспринимается как «игра в одни ворота»: широко декларируется ее наличие, публикуется ограниченная статистика, но система защиты заявителей не развивается. Итоговые доклады РСПП 2021–2024 гг. относят отсутствие защиты заявителей к типичным недостаткам (Итоговые доклады..., 2021–2024). В докладе 2025 г. отмечалось, что «горячая линия формально существует, но не реагирует оперативно... возможность направления обращений не всегда сопровождается мерами защиты заявителей, внутренние нормативные документы компаний не содержат соответствующих требований» (Итоговый доклад..., 2025). Такой подход выглядит устаревшим и противоречит декларируемым корпоративным ценностям (безопасность, ответственность, команда, уважение, забота, честность, люди) (Вебер, Мачнев, Винцунене, 2024).

2. Разработка модели локальной нормативной защиты заявителей

С правовой точки зрения предлагаемая модель может быть оформлена как единый локальный нормативный акт, либо как система взаимосвязанных локальных актов: положение о «горячей линии», порядок рассмотрения сообщений, регламент защиты заявителей, порядок мониторинга кадровых решений, правила внутреннего аудита и корректирующих действий. Подобная конструкция соответствует представлению о локальных источниках трудового права как о нормах, определяющих права, обязанности, взаимодействие и ответственность работников и работодателя внутри конкретной организации. В публикациях также отмечается, что локальные нормативные акты выполняют не только регулятивную, но и организационную, управленческую, информационную и воспитательную функции, что особенно важно для комплаенс-процедур, направленных на изменение поведения работников и руководителей (Веселова, 2004; Хныкин, 2005; Шайхутдинова, 2014).

2.1. Пилотный проект в группе компаний «Металлоинвест»

В 2019–2025 гг. двое из авторов участвовали в проектировании, внедрении и адаптации системы защиты заявителей в группе компаний «Металлоинвест». С 2019 г. там действует регулярный мониторинг кадровых решений в отношении работников, обратившихся на «горячую линию», с анализом дисциплинарных и иных решений (включая прекращение трудовых отношений) на предмет правомерности и обоснованности в период защиты заявителя. При поступлении информации о кадровом решении запрашиваются документы-основания и проводится проверка соблюдения процедур; мониторинг включен в ежегодную оценку эффективности антикоррупционной деятельности.

В 2022 г. подходы были формализованы локальным нормативным актом, определившим цель и принципы защиты, роли участников, а также механизмы мониторинга и корректирующих действий (Методика, 2022). Среди результатов: снижение неопределенности и рост предсказуемости процедур; сокращение повторных обращений из-за непонимания порядка и статуса; стабилизация сроков; стандартизация коммуникации; отмена необоснованных кадровых решений в отношении заявителей; дисциплинарная ответственность руководителей, допустивших репрессивные меры. Результаты системы раскрывались в отчетах об устойчивом развитии¹. В 2025 г. ООО УК «Металлоинвест» стало лауреатом премии ВШЭ «Комплаенс-2025» («За развитие лучших практик по организации работы горячих линий»)², что отражает практическую результативность системы как инструмента управления комплаенс-рисками.

2.2. Опрос российских экспертов в области комплаенса

Для валидации принципов методики в январе 2026 г. проведен опрос 15 экспертов. Таблица 2 содержит отрасль, численность работников и интенсивность обращений (общее число и на 1000 работников).

Таблица 2

Численность работников и количество обращений на «горячую линию» в компаниях, участвовавших в опросе

	Отрасли	Численность работников	Число обращений на «горячую линию» в год	Число обращений в год на 1000 работников
1	Транспорт и логистика	650 000	500	0,77
2	Транспорт и логистика	200 000	500	2,50
3	Промышленность	58 000	300	5,17
4	Розничная торговля	50 000	50	1,00
5	Розничная торговля	40 000	800	20,00
6	Промышленность	30 000	120	4,00
7	Промышленность	17 000	65	3,82
8	Промышленность	10 000	200	20,00
9	Телекоммуникации	10 000	20	2,00
10	Фармацевтика	4500	25	5,56
11	Промышленность	3000	5	1,67
12	Энергетика	3000	60	20,00
13	Строительство	3000	20	6,67
14	ЖКХ	1300	20	15,38
15	Фармацевтика	150	0	0,00

Интенсивность обращений различается, но не зависит жестко от отрасли и размера компании. Выборка недостаточна для регрессионного анализа, поэтому рассматриваются оценки значимости элементов защиты. Видны два кластера. «Кластер функционирующих систем» (компании 5 и 8): высокая интенсивность (2% от числа работников), средняя/высокая доля подтверждений (11–50%),

¹ Отчеты об устойчивом развитии // Металлоинвест, 2026. URL: <https://www.metalloinvest.com/development/csr-reports/>.
² Стали известны победители премии «Комплаенс-2025» // Институт комплаенса и этики бизнеса, 2025. URL: <https://law.hse.ru/compliance/news/1100745352.html?ysclid=mkbgw78yw885959882>.

управленческие меры по значимой доле обращений (11–50%), повторные обращения. Компания 8 демонстрирует целостную формализацию; компания 5 — сопоставимую результативность при фрагментарной формализации. «Кластер формальных систем» (компании 4 и 15): низкая интенсивность (0% и 0,1%), низкая доля подтверждений (<10%), отсутствие/нерассчитываемость управленческих мер, отсутствие повторных обращений. Компания 4 демонстрирует системно слабую формализацию; компания 15 имеет отдельные элементы, но они не подтверждаются фактическим использованием канала.

3. Показатели качества системы защиты заявителей

В этом разделе приведены принципы методики и результаты опроса экспертов по каждому элементу; далее по каждому элементу приведена таблица его значимости. Все элементы в той или иной степени валидированы опытом опрошенных специалистов.

3.1. Публичная фиксация процедуры и сроков рассмотрения сообщений

Публичное описание процедуры (регистрация, предварительная оценка, проверка, информирование о результатах) и сроков повышает доверие работников и внешних заявителей. Публичность дисциплинирует организацию, снижает риск затягивания проверок, усиливает управленческий контроль и предсказуемость. В теории рефлексивного права такая логика описывается как переход от прямого предписания результата к установлению процедур, компетенций и механизмов самоконтроля, которые заставляют организацию самостоятельно выстраивать ответственное поведение (Teubner, 1983; 1988).

Таблица 3

Важность публичности процедуры

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Публичное описание процедуры и сроков повышает доверие сотрудников к «горячей линии»	7,93	1,67	4	10
Фиксация сроков делает рассмотрение сообщений более дисциплинированным и предсказуемым	7,73	2,31	1	10
Без публичного описания процедуры эффективность «горячей линии» заметно снижается	6,27	1,83	4	9

3.2. Конфиденциальный и анонимный канал с обратной связью

Готовность сообщать определяется защищенностью личности, управляемостью доступа и возможностью взаимодействия. Почта и телефон редко воспринимаются как безопасные при сообщениях о руководителях/влиятельных функциях. Поэтому важны специализированные решения, обеспечивающие анонимность при двусторонней связи (например, уникальный идентификатор). Отсутствие обратной связи снижает доверие. Его может повышать внешний администратор при разграничении ответственности и доступа. Также следует честно обозначать пределы конфиденциальности и риск деанонимизации.

Таблица 4

Анонимность процедуры

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Возможность анонимного обращения существенно повышает вероятность сообщений о нарушениях	7,93	1,83	4	10
Двусторонняя связь с анонимным заявителем критически важна для качества проверки	8,13	1,36	5	10
Анонимность в целом затрудняет проведение проверок и расследований	6,67	1,23	4	9
Анонимность увеличивает риск недобросовестных обращений и злоупотреблений каналом	7,13	1,73	4	10

3.3. Определение ответственного органа или лица

Размытые формулировки («уполномоченное подразделение») снижают предсказуемость и подотчетность. Заявителю важно понимать, кто рассматривает сообщение, насколько орган независим, какими полномочиями обладает и как взаимодействует с руководством и внутренним аудитом. Фрагментарность полномочий ведет к дублированию, затягиванию и потере целостности процесса; особый риск — зависимость от линейного менеджмента или заинтересованных подразделений.

Таблица 5

Независимость ответственного подразделения

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Независимость ответственного подразделения повышает объективность рассмотрения сообщений	8,27	1,33	5	10
Независимость ответственного подразделения снижает страх заявителей перед репрессиями	6,53	2,23	3	10
Если ответственный за «горячую линию» зависит от линейного менеджмента, доверие к каналу заметно ниже	6,93	2,40	3	10

3.4. Информационно-коммуникационное сопровождение

Таблица 6

Коммуникация и обучение

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Системная коммуникация и обучение повышают осведомленность о канале и правилах его использования	8,67	1,40	5	10
Системная коммуникация и обучение повышают доверие к «горячей линии» и готовность сообщать о нарушениях	8,33	1,23	5	10
Без регулярной коммуникации канал становится «формальным» и используется реже	7,53	1,81	4	10

Коммуникации и обучение должны быть постоянными. Важно закрепить, что обращение — добросовестное поведение, а система предназначена для справедливой проверки, а не автоматического подтверждения обвинений. Следует объяснять процедуру, участников, конфиденциальность и ограничения раскрытия информации. Обучение должно охватывать руководителей всех уровней; доверие повышают обезличенные кейсы и обобщенные результаты рассмотрения обращений.

3.5. Встраивание мониторинга морально-психологического климата в систему защиты заявителей

Давление часто носит латентный характер; мониторинг должен включать индикаторы доверия, справедливости и безопасности сообщений. Эффективны комбинированные методы: опросы, интервью, фокус-группы, анализ обращений в контрольные функции, косвенные показатели после резонансных решений. Результаты должны использоваться в управленческих решениях; требуется конфиденциальность источников и запрет на использование мониторинга для идентификации лиц и индивидуальных санкций.

Таблица 7

Мониторинг морально-психологического климата

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Мониторинг морально-психологического климата помогает выявлять страх взаимодействия с «горячей линией»	6,69	2,32	1	10
Показатели климата полезны для оценки рисков давления/репрессий в отношении заявителей	7,21	2,28	1	10
Эта практика дает измеримый эффект для развития «горячей линии» (а не только отчетность)	6,29	2,09	1	9

3.6. Поддержка заявителя на всех стадиях

Поддержка влияет на готовность пользоваться каналом. На старте важно подтвердить значимость обращения, разъяснить статус, этапы и сроки, ограничения конфиденциальности, права и обязанности, риски неблагоприятного воздействия и механизмы реагирования. Регулярная обратная связь о статусе рассмотрения — критический фактор доверия. По завершении необходимо сообщать о результатах в обобщенном виде, подтверждая управленческие действия.

Таблица 8

Поддержка заявителя

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Регулярная обратная связь заявителю повышает доверие к процессу рассмотрения сообщений	7,20	1,61	4	10
Наличие понятной системы поддержки снижает риск вторичной виктимизации заявителя	7,07	1,75	4	10
Поддержка заявителя повышает готовность сотрудников пользоваться «горячей линией»	7,47	1,69	4	10

3.7. Анализ динамики и структуры обращений

Анализ должен охватывать динамику, структуру, повторяемость и управленческий контекст. Снижение обращений может означать утрату доверия, рост — его повышение. Показатели сопоставляются с мониторингом климата, текучестью, вовлеченностью и результатами проверок. Повторяемость по схожим обстоятельствам указывает на системные проблемы или недостаточность мер. Важно учитывать долю конфликтных и заведомо необоснованных обращений; отчетность должна быть агрегированной и исключать идентификацию заявителей.

Таблица 9

Регулярный анализ обращений

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Регулярный анализ обращений помогает улучшать процедуры и управляемость «горячей линии»	8,07	1,71	4	10
Аналитика обращений способствует росту доверия к каналу (через видимые улучшения)	7,93	1,75	4	10
Эта практика оправдана, даже если увеличивает административную нагрузку	8,21	1,42	4	10

3.8. Мониторинг кадровых решений в отношении заявителей

Неблагоприятные последствия часто реализуются через формально обоснованные решения (взыскания, ухудшение условий, перевод, отказ в продвижении, увольнение). Мониторинг должен отслеживать изменения статуса после обращения и оценивать причинно-следственную связь, включая временную близость событий. Требуется проверка соответствия регламентам, соразмерности и единообразия практики, сопоставление с аналогичными случаями. Увольнение заявителя требует оценки независимо от основания, включая «по соглашению сторон» или «по инициативе работника». Аналитику целесообразно закреплять за независимыми функциями или комитетом.

Таблица 10

Мониторинг кадровых решений

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Мониторинг кадровых решений снижает риск репрессий в отношении заявителей	7,43	1,78	4	10
Наличие этой практики повышает доверие к «горячей линии»	7,07	2,49	1	10
Практика может создавать стимулы к злоупотреблениям со стороны заявителей (например, как инструмент давления)	6,53	1,41	4	9

3.9. Система корректирующих мер

По корректирующим мерам видно, является ли система формальной. Эффективная модель включает: восстановление прав заявителя с документированием; ответственность за давление/дискриминацию в рамках трудового права

и регламентов; баланс справедливости (защита заявителя и гарантии для иных лиц, включая восстановление репутации при недобросовестном сообщении); мониторинг устойчивости восстановленных прав; использование кейсов давления для системных выводов. Встраивание мер в контур корпоративного управления снижает фрагментарность.

Таблица 11

Корректирующие действия

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Корректирующие действия (включая восстановление прав) повышают доверие к «горячей линии»	7,86	1,29	5	10
Без корректирующих действий система воспринимается как формальная и демотивирует заявителей	6,93	1,33	5	10
Баланс справедливости (защита заявителя и права других лиц) критичен для легитимности системы	7,80	1,15	5	10

3.10. Внутренний аудит эффективности системы защиты заявителей

Аудит выявляет разрыв между нормативной моделью и практикой — источник правовых, репутационных и управленческих рисков. Он должен охватывать весь жизненный цикл: от подачи сообщения до завершения корректирующих действий и восстановления прав.

Таблица 12

Внутренний аудит

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Внутренний аудит повышает результативность системы защиты заявителей и доверие к «горячей линии»	7,36	1,94	4	10
Аудит позволяет выявлять системные риски давления/репрессий, которые иначе остаются скрытыми	7,29	2,69	2	10
Административная нагрузка от аудита оправдана его эффектом	7,08	1,88	4	10

Таблица 13

Доверие работников к «горячей линии»

Мнение экспертов	Средняя оценка (1–10)	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Сотрудники доверяют «горячей линии»	7,00	1,07	5	9
Сотрудники не боятся негативных последствий после обращения	6,27	1,67	4	9
Вероятность, что сотрудник сообщит о нарушении, высока	6,40	1,55	4	9
Система воспринимается как справедливая	6,67	1,59	5	10

3.11. Обсуждение результатов: риск формального внедрения системы защиты заявителей

Выделяются три риска: (1) разрыв между наличием «горячей линии» и готовностью работников ею пользоваться при отсутствии понятной процедуры, обратной связи и видимых управленческих последствий; (2) фрагментарность внедрения элементов (анонимность без связи, запрет репрессий без мониторинга решений, проверки без восстановления прав и устранения причин давления), закрепляющая «бумажный» комплаенс; (3) необходимость баланса: защита добросовестных заявителей должна сочетаться с проверкой, документированием решений и гарантиями прав иных участников процесса, включая сдерживание недобросовестных обращений. Эти риски хорошо соотносятся с критикой символического саморегулирования в зарубежной литературе: внутренние корпоративные правила могут оставаться декларативными, если не сопровождаются процедурами контроля, обратной связи, ответственностью и внешней или внутренней проверкой их фактического исполнения (Parker, 2002; Short, Toffel, 2010).

Заключение

Проведенное исследование показывает, что защита заявителей в корпоративном комплаенсе должна рассматриваться не как декларативная гарантия, а как управленческий и правовой механизм, встроенный в систему корпоративного управления. Готовность работников и контрагентов использовать «горячую линию» формируется при наличии предсказуемой процедуры и сроков рассмотрения сообщений, конфиденциальных и анонимных каналов с двусторонней связью, независимого ответственного органа, системной коммуникации, поддержки заявителя, аналитики обращений, мониторинга кадровых решений, корректирующих действий и внутреннего аудита. Экспертный опрос подтверждает значимость всех десяти элементов, а анализ практик российских компаний фиксирует устойчивый разрыв между декларированием защиты и фактической работоспособностью процедур.

Ключевой практический вывод: в условиях ограниченности правовой рамки защиты заявителей в коммерческом секторе (когда процессуальные механизмы не покрывают типичные трудовые и управленческие потребности) локальное нормативное регулирование может выполнять компенсаторную функцию: оно не заменяет федеральный закон и не создает публично-правового режима защиты заявителей, но позволяет в пределах компетенции работодателя конкретизировать антикоррупционные обязанности организации, закрепить дополнительные процедурные гарантии и сделать внутренние решения проверяемыми. Такая нормотворческая и организационная работа позволяет снизить неопределенность для заявителя, сделать действия компании проверяемыми и предотвратить репрессии уже на уровне корпоративного контура — параллельно с развитием российского законодательства в сфере противодействия коррупции и управления организациями.

Предложенная модель может использоваться российскими компаниями как ориентир для разработки локальных актов, распределения ответственности и оценки качества каналов информирования. Внедрение требует баланса: защита добросовестных заявителей и предотвращение репрессий должны сочетаться с процессуальными гарантиями для лиц, в отношении которых поступили сообщения, и мерами по снижению риска злоупотреблений.

Ограничением исследования остается его пилотный характер: экспертный опрос охватывает 15 организаций, а рассмотренный кейс отражает опыт крупного

промышленного холдинга. Перспективы дальнейших исследований связаны с проверкой модели на более широкой выборке и анализом связи отдельных элементов защиты с показателями фактического использования «горячей линии» и управленческими результатами рассмотрения обращений.

Источники

Антикоррупционный рейтинг российского бизнеса — 2021. Итоговый доклад РСПП // Антикоррупционная хартия российского бизнеса. URL: <http://against-corruption.ru/rating/raiting-2021/>.

Антикоррупционный рейтинг российского бизнеса — 2022. Итоговый доклад РСПП // Антикоррупционная хартия российского бизнеса. URL: <http://against-corruption.ru/upload/itog-doklad-2022.pdf>.

Антикоррупционный рейтинг российского бизнеса — 2023. Итоговый доклад РСПП // Антикоррупционная хартия российского бизнеса. URL: https://rspp.ru/upload/content/cbe/13i7o31ffufdgodw2nm6wt874xo3kokj/ItoGovyy-doklad-_5_.pdf.

Антикоррупционный рейтинг российского бизнеса — 2024. Итоговый доклад РСПП // Антикоррупционная хартия российского бизнеса. URL: http://www.against-corruption.ru/rating/Doklad2024_Антикоррупционный%20рейтинг%20РСПП%2010102024.pdf.

Антикоррупционный рейтинг российского бизнеса — 2025. Итоговый доклад РСПП. // Антикоррупционная хартия российского бизнеса. URL: http://against-corruption.ru/rating/raiting-2025/2025_Антикоррупционный%20рейтинг%20РСПП%20v05.pdf.

Вебер А., Мачнев Е., Винцунене К. Корпоративные ценности крупнейших компаний России: 2024. URL: <https://companies.rbc.ru/news/aWX4mPMYDJ/issledovanie-kakie-tsennosti-deklariruyut-krupnejshie-kompanii-rossii/>

Веселова Е. Р. Локальные нормы трудового права: дис. ... канд. юрид. наук. Томск, 2004.

Драчук М. А. Компетенция работодателя по вопросу принятия локальных нормативных актов // Российский журнал трудового права. 2022. Т. 12. № 1. С. 92—107.

Иванов В. Ф., Гаджиев С. М. Обоснование необходимости доработки законопроекта Минтруда РФ «О защите лиц, сообщивших о коррупционных правонарушениях, от преследования и ущемления их прав и законных интересов со стороны должностных лиц, действия (бездействие) которых обжалуются» // Экономика и социум. 2015. № 4(17). С. 1103—1108.

Лушников А. М. Демократизм и локальное нормотворчество: теория и практика // Вестник трудового права и права социального обеспечения. 2014. № 9. С. 45—59.

Макарова О. В. Обеспечение безопасности лиц, способствующих предупреждению и раскрытию коррупционных преступлений // Журнал российского права. 2015. Т. 3. № 7.

Методика организации и осуществления защиты работников и контрагентов Обществ Группы «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», обратившихся на Горячую линию: введена в действие распоряжением ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ» от 07.12.2022 № Р-3.

О противодействии коррупции: Федеральный закон от 25.12.2008 № 273-ФЗ.

Поляков Д. С. Коррупционная преступность в «теневом» измерении: факторы латентности и механизмы противодействия // Молодой ученый. 2025. № 22(573). С. 469—471.

Приложение 1 к Методике Антикоррупционного рейтинга российского бизнеса. URL: <http://against-corruption.ru/rating/>.

Присяжник В. В. Системные механизмы противодействия корпоративному мошенничеству // Теневая экономика. 2026. Т. 10. № 1. С. 133—158.

Рогоцкая С. Государство защитит информаторов // Адвокатская газета, 2017. URL: <https://www.advgazeta.ru/novosti/gosudarstvo-zashchitit-informatorov/>.

Состояние преступности в Российской Федерации за январь–декабрь 2025 года // МВД России: офиц. сайт. URL: <https://media.mvd.ru/files/application/16902466>.

Сотов А. И. Организация «горячей линии» компании в целях противодействия коррупции: европейский опыт комплаенса // Эксперт-криминалист. 2022. № 2. С. 27—30.

Трунцевский Ю. В., Матулис С. Н. Защита лиц, сообщающих о фактах коррупции в организациях: правовые и технологические аспекты // Журнал российского права. 2021. Т. 25. № 5.

Хныкин Г. В. Локальные источники российского трудового права: теория и практика применения: дис. ... д-ра юрид. наук. М., 2005.

Хныкин Г. В. Локальные нормативные акты трудового права. Иваново, 2004.

Шайхутдинова Н. П. Функции локальных нормативных актов трудового права // Вестник экономики, права и социологии. 2014. № 1. С. 149—152.

- Южакова Н. А. Механизмы выявления и регулирования оппортунистического поведения персонала в компании // Экономика и управление. 2024. Т. 30. № 4. С. 511–520.
- Ayres I., Braithwaite J. *Responsive Regulation: Transcending the Deregulation Debate*. New York, 1992.
- Call A. C., Martin G. S., Sharp N. Y., Wilde J. H. Whistleblowers and Outcomes of Financial Misrepresentation Enforcement Actions // *Journal of Accounting Research*. 2018. Vol. 56. Iss. 1. P. 123–171.
- Coglianese C., Mendelson E. Meta-Regulation and Self-Regulation // *The Oxford Handbook of Regulation* / ed. R. Baldwin, M. Cave, M. Lodge. Oxford, 2010.
- Dyck A., Morse A., Zingales L. Who Blows the Whistle on Corporate Fraud? // *Journal of Finance*. 2010. Vol. 65. Iss. 6. P. 2213–2253.
- Gao J., Greenberg R., Wong-On-Wing B. Whistleblowing intentions of Lower-Level Employees: The Effect of Reporting Channel, Bystanders, and Wrongdoer Power Status // *Journal of Business Ethics*. 2015. Vol. 126. Iss. 1. P. 85–99.
- Hunton J. E., Rose J. M. Effects of Anonymous Whistle-Blowing and Perceived Reputation Threats on Investigations of Whistle-Blowing Allegations by Audit Committee Members // *Journal of Management Studies*. 2011. Vol. 48. Iss. 1. P. 75–98.
- Kaplan S. E., Pany K., Samuels J. A., Zhang J. An Examination of Anonymous and Non-Anonymous Fraud Reporting Channels // *Advances in Accounting*. 2012. Vol. 28. Iss. 1. P. 88–95.
- Kaplan S. E., Schultz J. J. Intentions to Report Questionable Acts: An Examination of the Influence of Anonymous Reporting Channel, Internal Audit Quality, and Setting // *Journal of Business Ethics*. 2007. Vol. 71. Iss. 2. P. 109–124.
- Kaptein M. From Inaction to External Whistleblowing: The Influence of the Ethical Culture of Organizations on Employee Responses to Observed Wrongdoing // *Journal of Business Ethics*. 2011. Vol. 98. Iss. 3. P. 513–530.
- Mesmer-Magnus J. R., Viswesvaran C. Whistleblowing in Organizations: An Examination of Correlates of Whistleblowing Intentions, Actions, and Retaliation // *Journal of Business Ethics*. 2005. Vol. 62. Iss. 3. P. 277–297.
- Near J. P., Miceli M. P. Effective Whistle-Blowing // *Academy of Management Review*. 1995. Vol. 20. Iss. 3. P. 679–708.
- Near J. P., Miceli M. P. Organizational Dissidence: The Case of Whistle-Blowing // *Journal of Business Ethics*. 1985. N 4. P. 1–16.
- Near J. P., Miceli M. P. Whistle-blowing: Myth and Reality // *Journal of Management*. 1996. Vol. 22. Iss. 3. P. 507–526.
- Parker C. Meta-Regulation: Legal Accountability for Corporate Social Responsibility // *The New Corporate Accountability: Corporate Social Responsibility and the Law* / ed. D. McBarnet, A. Voiculescu, T. Campbell. Cambridge, 2007.
- Parker C. *The Open Corporation: Effective Self-Regulation and Democracy*. Cambridge, 2002.
- Short J. L., Toffel M. W. Making Self-Regulation More than Merely Symbolic: The Critical Role of the Legal Environment // *Administrative Science Quarterly*. 2010. Vol. 55. Iss. 3. P. 361–396.
- Soltes E. Paper Versus Practice: A Field Investigation of Integrity Hotlines // *Journal of Accounting Research*. 2020. Vol. 58. Iss. 2. P. 429–472.
- Teubner G. *Autopoietic Law: A New Approach to Law and Society*. Berlin; New York, 1988.
- Teubner G. Substantive and Reflexive Elements in Modern Law // *Law & Society Review*. 1983. Vol. 17. Iss. 2. P. 239–285.
- Treviño L. K., Weaver G. R., Gibson D. G., Toffler B. L. Managing Ethics and Legal Compliance: What Works and What Hurts // *California Management Review*. 1999. Vol. 41. Iss. 2. P. 131–151.

References

- Antikorrupsionnyy Reyting Rossiyskogo Biznesa — 2021. *Itogovyy Doklad RSPP* [Anti-Corruption rating of Russian Business — 2021. *Final Report of RSPP*]. Available at: <http://against-corruption.ru/rating/raiting-2021/>. (In Russian).
- Antikorrupsionnyy Reyting Rossiyskogo Biznesa — 2022. *Itogovyy Doklad RSPP* [Anti-Corruption Rating of Russian business — 2022. *Final Report of RSPP*]. Available at: <http://against-corruption.ru/upload/itog-doklad-2022.pdf>. (In Russian).
- Antikorrupsionnyy Reyting Rossiyskogo Biznesa — 2023. *Itogovyy Doklad RSPP* [Anti-Corruption Rating of Russian Business — 2023. *Final Report of RSPP*]. Available at: https://rspp.ru/upload/content/cbc/13i7o31ffufdgodw2nm6wt874xo3kokj/Itogovyy-doklad-_5_.pdf. (In Russian).
- Antikorrupsionnyy Reyting Rossiyskogo Biznesa — 2024. *Itogovyy Doklad RSPP* [Anti-Corruption Rating of Russian business — 2024. *Final Report of RSPP*]. Available at: http://www.against-corruption.ru/rating/Doklad2024_Antikorrupsionnyy%20reyting%20RSPP%2010102024.pdf. (In Russian).

Antikorrupcionnyy Reyting Rossiyskogo Biznesa — 2025. Itogovyy Doklad RSPP [Anti-Corruption Rating of Russian business — 2025. Final Report of RSPP]. Available at: http://against-corruption.ru/rating/raiting-2025/2025_Antikorrupcionnyy%20reyting%20RSPP%20v05.pdf. (In Russian).

Ayres I., Braithwaite J. *Responsive Regulation: Transcending the Deregulation Debate*. New York, 1992.

Call A. C., Martin G. S., Sharp N. Y., Wilde J. H. Whistleblowers and Outcomes of Financial Misrepresentation Enforcement Actions. *Journal of Accounting Research*, 2018, vol. 56, iss. 1, pp. 123–171.

Coglianese C., Mendelson E. Meta-Regulation and Self-Regulation. *The Oxford Handbook of Regulation*. Ed. R. Baldwin, M. Cave, M. Lodge. Oxford, 2010.

Drachuk M. A. Kompetenciya Rabotodatelya po Voprosu Prinyatiya Lokalnyh Normativnyh Aktov [Employer's Competence in Adopting Local Regulatory Acts]. *Rossiyskiy Zhurnal Trudovogo Prava* [Russian Journal of Labor Law], 2022, vol. 12, iss. 1, pp. 92–107. (In Russian).

Dyck A., Morse A., Zingales L. Who Blows the Whistle on Corporate Fraud?. *Journal of Finance*, 2010, vol. 65, iss. 6, pp. 2213–2253.

Gao J., Greenberg R., Wong-On-Wing B. Whistleblowing intentions of Lower-Level Employees: The Effect of Reporting Channel, Bystanders, and Wrongdoer Power Status. *Journal of Business Ethics*, 2015, vol. 126, iss. 1, pp. 85–99.

Hunton J. E., Rose J. M. Effects of Anonymous Whistle-Blowing and Perceived Reputation Threats on Investigations of Whistle-Blowing Allegations by Audit Committee Members. *Journal of Management Studies*, 2011, vol. 48, iss. 1, pp. 75–98.

Ivanov V. F., Gadzhiev S. M. Obosnovanie Neobhodimosti Dorabotki Zakonoproekta Mintruda RF «O Zashchite Lits, Soobshchivshih o Korrupcionnyh Pravonarusheniyah, ot Presledovaniya i Uschemleniya ih Prav i Zakonnyh Interesov so Storony Dolzhnostnyh Lits, Deystviya (Bezdeystvie) Kotoryh Obzhaluyutsya» [Justification for the Need to Revise the Draft Law of the Ministry of Labor of the Russian Federation “On the Protection of Persons who have Reported Corruption Offenses from Persecution and Infringement of Their Rights and Legitimate Interests by Officials Whose Actions (Inaction) are Appealed”]. *Ekonomika i Socium* [Economy and Society], 2015, N 4(17), pp. 1103–1108. (In Russian).

Kaplan S. E., Pany K., Samuels J. A., Zhang J. An Examination of Anonymous and Non-Anonymous Fraud Reporting Channels. *Advances in Accounting*, 2012, vol. 28, iss. 1, pp. 88–95.

Kaplan S. E., Schultz J. J. Intentions to Report Questionable Acts: An Examination of the Influence of Anonymous Reporting Channel, Internal Audit Quality, and Setting. *Journal of Business Ethics*, 2007, vol. 71, iss. 2, pp. 109–124.

Kaptein M. From Inaction to External Whistleblowing: The Influence of the Ethical Culture of Organizations on Employee Responses to Observed Wrongdoing. *Journal of Business Ethics*, 2011, vol. 98, iss. 3, pp. 513–530.

Khnykin G. V. *Lokalne Istochniki Rossiyskogo Trudovogo Prava: Teoriya i Praktika Primeneniya* [Local Sources of Russian Labor Law: Theory and Practice of Application]. Doctoral Dissertation in Law. Moscow, 2005. (In Russian).

Khnykin G. V. *Lokalne Normativnye Akty Trudovogo Prava* [Local Regulatory Acts of Labor Law]. Ivanovo, 2004 (In Russian).

Lushnikov A. M. Demokratizm i Lokalnoe Normotvorchestvo: Teoriya i Praktika [Democratism and Local Lawmaking: Theory and Practice]. *Vestnik Trudovogo Prava i Prava Social'nogo Obespecheniya* [Bulletin of Labor Law and Social Security Law], 2014, N 9, pp. 45–59. (In Russian).

Makarova O. V. Obespechenie Bezopasnosti Lits, Sposobstvuyushchih Preduprezhdeniyu i Raskrytiyu Korrupcionnyh Prestupleniy [Ensuring the Safety of Persons Contributing to the Prevention and Disclosure of corruption Crimes]. *Zhurnal Rossiyskogo Prava* [Journal of Russian Law], 2015, vol. 3, iss. 7. (In Russian).

Mesmer-Magnus J. R., Visswesvaran C. Whistleblowing in Organizations: An Examination of Correlates of Whistleblowing Intentions, Actions, and Retaliation. *Journal of Business Ethics*, 2005, vol. 62, iss. 3, pp. 277–297.

Metodika Organizatsii i Osushchestvleniya Zashchity Rabotnikov i Kontragentov Obshchestv Gruppy «METALLOINVEST», Obrativshih na Goryachuyu Liniyu [Methodology for organizing and Implementing Protection of Employees and Contractors of the “METALLOINVEST” Group, who Contacted the Hotline]. Put into effect by order of LLC UK “METALLOINVEST” dated 07.12.2022 № R-3. (In Russian).

Near J. P., Miceli M. P. Effective Whistle-Blowing. *Academy of Management Review*, 1995, vol. 20, iss. 3, pp. 679–708.

Near J. P., Miceli M. P. Organizational Dissidence: The Case of Whistle-Blowing. *Journal of Business Ethics*, 1985, N 4, pp. 1–16.

Near J. P., Miceli M. P. Whistle-blowing: Myth and reality. *Journal of Management*, 1996, vol. 22, iss. 3, pp. 507–526.

O Protivodeystvii Korrupcii [On Countering Corruption]. Federal'nyy zakon ot 25.12.2008 № 273-FZ [Federal Law No. 273-FZ of December 25, 2008]. (In Russian).

Parker C. Meta-Regulation: Legal Accountability for Corporate Social Responsibility. *The New Corporate Accountability: Corporate Social Responsibility and the Law*. Ed. D. McBarnet, A. Voiculescu, T. Campbell. Cambridge, 2007.

Parker C. *The Open Corporation: Effective Self-Regulation and Democracy*. Cambridge, 2002.

Polyakov D. S. Korrupcionnaya Prestupnost' v «Tenevom» Izmerenii: Faktory Latentnosti i Mekhanizmy Protivodeystviya [Corruption Crime in the “Shadow” Dimension: Factors of Latency and Counteraction Mechanisms]. *Molodoy Ucheny* [Young Scientist], 2025, N 22(573), pp. 469–471. (In Russian).

Prilozhenie 1 k Metodike Antikorrupsionnogo Reytinga Rossiyskogo Biznesa [Appendix 1 to the Methodology of the Anti-Corruption Rating of Russian Business]. Available at: <http://against-corruption.ru/rating/>. (In Russian).

Proslanik V. V. Sistemye Mekhanizmy Protivodeystviya Korporativnomu Moshenichestvu [System Mechanisms Against Corporate Fraud]. *Tenevaya Ekonomika* [Shadow Economy], 2026, vol. 10, iss. 1, pp. 133–158. (In Russian).

Rogotskaya S. Gosudarstvo Zashchitit Informatorov [The State Will Protect Whistleblowers]. *Advokatskaya Gazeta* [Advocate Newspaper], 2017. Available at: <https://www.advgazeta.ru/novosti/gosudarstvo-zashchitit-informatorov/>. (In Russian).

Shaikhutdinova N. P. Funkcii Lokalnyh Normativnyh Aktov Trudovogo Prava [Functions of Local Normative Acts of Labor Law]. *Vestnik Ekonomiki, Prava i Sociologii* [Bulletin of Economics, Law and Sociology], 2014, N 1, pp. 149–152. (In Russian).

Short J. L., Toffel M. W. Making Self-Regulation More than Merely Symbolic: The Critical Role of the Legal Environment. *Administrative Science Quarterly*, 2010, vol. 55, iss. 3, pp. 361–396.

Soltes E. Paper Versus Practice: A Field Investigation of Integrity Hotlines. *Journal of Accounting Research*, 2020, vol. 58, iss. 2, pp. 429–472.

Sostoyanie Prestupnosti v Rossiyskoy Federacii za Yanvar–Dekabr 2025 god [The state of crime in the Russian Federation in January–December 2025]. *MVD Rossii* [Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation]. Available at: <https://media.mvd.ru/files/application/16902466>. (In Russian).

Sotov A. I. 2022. Organizatsiya «Goryachey Linii» Kompanii v Tselyah Protivodeystviya Korruptsii: Evropeyskiy Opyt Komplaiensa [Organization of the Company “Hotline” for Anti-Corruption Purposes: European Compliance Experience]. *Ekspert-Kriminalist* [Forensic Expert], N 2, pp. 27–30. (In Russian).

Teubner G. *Autopoietic Law: A New Approach to Law and Society*. Berlin; New York, 1988.

Teubner G. Substantive and Reflexive Elements in Modern Law. *Law & Society Review*, 1983, vol. 17, iss. 2, pp. 239–285.

Treviño L. K., Weaver G. R., Gibson D. G., Toffler B. L. Managing Ethics and Legal Compliance: What Works and What Hurts. *California Management Review*, 1999, vol. 41, iss. 2, pp. 131–151.

Truntsevsky Y. V., Matulis S. N. Zashchita Lits, Soobshchayushchih o Faktah Korruptsii v Organizatsiyah: Pravovye i Tekhnologicheskie Aspekty [Protection of Persons Reporting Corruption Facts in Organizations: Legal and Technological Aspects]. *Zhurnal Rossiyskogo Prava* [Journal of Russian Law], 2021, vol. 25, iss. 5. (In Russian).

Veber A., Machnev E., Vincyunene K. *Korporativnye Tsennosti Krupneyshih Kompanii Rossii: 2024* [Corporate Values of the Largest Companies in Russia: 2024]. Available at: <https://companies.rbc.ru/news/aWX4mPMYDJ/> issledovanie-kakie-tsennosti-deklariruyut-krupnejshie-kompanii-rossii/ (In Russian).

Veselova E. R. *Lokalnye Normy Trudovogo Prava* [Local labor law norms]. Dissertation for candidate of juridical sciences. Tomsk, 2004. (In Russian).

Yuzhakova N. A. Mekhanizmy Vyyavleniya i Regulirovaniya Opporunisticheskogo Povedeniya Personala v Kompanii [Mechanisms for Identifying and Regulating Opportunistic Behavior of Personnel in a Company]. *Ekonomika i Upravlenie* [Economics and Management], 2024, vol. 30, iss. 4, pp. 511–520. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 1 июня 2026 г.

Статья рекомендована в печать 10 июля 2026 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Архипова Марина Юрьевна, докт. экон. наук, профессор Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», archipova@yandex.ru

Бухвалова Вера Вацлавовна, канд. физ.-мат. наук, доцент, старший преподаватель кафедры исследования операций Санкт-Петербургского государственного университета, vera_cut@mail.ru

Волков Владимир Сергеевич, комплаенс-эксперт, директор по развитию ООО «Системная Экспертиза», wolkow-ws@yandex.ru

Гавриленко Анна Андреевна, аспирант кафедры статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного экономического университета, ann260599@mail.ru

Дмитриев Антон Леонидович, канд. экон. наук, доцент кафедры общей экономической теории Санкт-Петербургского государственного экономического университета; доцент кафедры экономической кибернетики Санкт-Петербургского государственного университета; научный сотрудник Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, dmitr7171@mail.ru

Заболотский Егор Дмитриевич, заместитель начальника управления ПАО «Газпром», соискатель кафедры статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного экономического университета, 9387809@bk.ru

Залилов Аскар Ильгизович, аспирант кафедры статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного экономического университета, askar.zalilov@gmail.com

Кузнецова Мария Павловна, стажер НУЛ измерения благосостояния Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», mari.kuznetsova.04@inbox.ru

Овсеенко Валерия Александровна, ведущий специалист управления статистики окружающей среды Главного управления статистики сельского хозяйства и окружающей среды Национального статистического комитета Республики Беларусь, lerov2707@gmail.com

Початков Михаил Васильевич, комплаенс-эксперт, исполнительный директор ООО «Системная Экспертиза», Pochatkov@systemeks.ru

Романов Александр Дмитриевич, математик-разработчик групп оптимизации решений логистики ООО «Озон Технологии», магистрант, аналитик лаборатории Методов оптимизации и искусственного интеллекта Санкт-Петербургского государственного экономического университета, romanov.alexanderromanov@yandex.ru

Сидельникова Ирина Павловна, магистр Санкт-Петербургского государственного университета, st095800@student.spbu.ru

Сошников Людмила Антоновна, докт. экон. наук, профессор кафедры статистики Белорусского государственного экономического университета, ludmila_sosh@mail.ru

Сторчевой Максим Анатольевич, канд. экон. наук, доцент Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (Санкт-Петербург), mstorchevoy@hse.ru

Фридман Григорий Морицович, докт. техн. наук, профессор, заведующий лабораторией Методов оптимизации и искусственного интеллекта, заведующий кафедрой прикладной математики и экономико-математических методов Санкт-Петербургского государственного экономического университета, grifri@finex.ru

Шалаева Екатерина Васильевна, аспирант Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», evshalaeva@hse.ru

АННОТАЦИИ

УДК 331.52

Л. А. Сошникова, В. А. Овсеенко

Анализ рынка труда Республики Беларусь: модель пространственной авторегрессии

Данная статья посвящена пространственно-эконометрическому анализу состояния и динамики региональных рынков труда Республики Беларусь с учетом территориальной взаимозависимости районов. Эмпирическую базу исследования составили данные за 2016, 2020 и 2023 гг. по районам и городам Республики Беларусь. Для учета пространственного взаимодействия сформированы матрицы весовых коэффициентов на основе расстояний между территориями с применением би-квадратного ядра. Система характеристик регионального рынка труда представлена пятью блочными интегральными индикаторами: рынка труда, населения, инвестиций, малого бизнеса и социальной сферы. Интегральные показатели построены методом главных компонент. Для показателя рынка труда выделены два основных фактора — «фонд заработной платы» и «трудоустройство граждан», совместно объясняющие 68,52% вариации исходных признаков.

Многомерная классификация методом k-средних выявила усиление межрегиональной дифференциации. В 2016 г. к группам с высоким, средним и низким уровнем развития рынка труда относились соответственно 21, 54 и 54 региона, в 2023 г. — 29, 43 и 57 регионов. Одновременное расширение крайних групп при сокращении среднего кластера свидетельствует о поляризации региональных рынков труда. Анализ клубной конвергенции показал относительную устойчивость высокого и низкого кластеров: вероятность сохранения принадлежности к ним составила соответственно 65,9 и 66,3%. При этом вероятность перехода из среднего в низкий кластер достигла 29,1%, а значение критерия Q(M) составило 0,17, что указывает на значительную межкластерную подвижность. Выделены 25 регионов, устойчиво сохраняющих низкий уровень развития рынка труда; наиболее выраженная клубная конвергенция установлена для Витебской области.

Оценивание смешанных моделей пространственной авторегрессии показало повышение их статистической значимости: с трех областей в 2016 и 2020 гг. до пяти из шести в 2023 г. Максимальная объясненная вариация в 2023 г. получена для Могилевской области — в 81,73%. Результаты выявили территориальную неоднородность воздействия факторов и усиление роли характеристик населения, инвестиций и малого бизнеса при сохраняющемся неоднозначном влиянии социальной сферы, что обосновывает необходимость дифференцированной региональной политики на рынке труда.

Ключевые слова: региональный рынок труда; пространственная авторегрессия; интегральный показатель; метод главных компонент; кластерный анализ; клубная конвергенция; региональная дифференциация; Республика Беларусь.

УДК 338.001.36

А. И. Залилов

Многомерное социально-экономическое неравенство в России: межрегиональная и внутрирегиональная компоненты

В статье на основе микроданных Life in Transition Survey за 2016 и 2023 гг. оценивается многомерное социально-экономическое неравенство в России. Агрегированный показатель, включающий подушевой доход, образование и самооценку

здоровья, анализируется с применением индекса Тейла и его декомпозиции по федеральным округам. Установлено, что многомерное неравенство увеличилось: индекс Тейла вырос с 0,038 до 0,043. Основная часть неравенства формируется внутри федеральных округов, тогда как доля межокружного компонента снизилась с 8,6 до 6,4%. Результаты указывают на усиление внутренней социально-экономической неоднородности федеральных округов.

Ключевые слова: многомерное неравенство; социально-экономическое неравенство; индекс Тейла; декомпозиция неравенства.

УДК 338.001.36

Е. В. Шалаева

Влияние рыночной неопределенности на эффективность малых и средних предприятий: роль государственной поддержки

В статье представлен эмпирический анализ влияния рыночной неопределенности на эффективность малых и средних предприятий промышленного сектора в России с учетом роли государственной поддержки. Эмпирическая база включает панельные данные по 5 914 МСП за 2020–2024 гг.; используются регрессионные модели с фиксированными эффектами. Показано, что рост рыночной неопределенности статистически значимо снижает эффективность МСП. Вместе с тем финансовая государственная поддержка ослабляет негативное воздействие неопределенности, выполняя стабилизирующую функцию. Уникальность исследования заключается в том, что впервые оценено влияние рыночной неопределенности на эффективность российских малых и средних предприятий промышленного сектора с учетом видов государственной поддержки.

Ключевые слова: рыночная неопределенность; эффективность; малый и средний бизнес; государственная поддержка.

УДК 336.63

М. Ю. Архипова, М. П. Кузнецова

Моделирование финансовой инклюзивности заемщиков с ограниченной кредитной историей: компромисс между точностью, интерпретируемостью и алгоритмической справедливостью

Доступ к кредитам является необходимым условием экономического участия, однако значительная доля экономически активного населения в разных странах исключена из формального кредитования из-за отсутствия или недостаточности традиционной кредитной истории. Альтернативные данные открывают новые возможности, но научное сообщество до сих пор применяло инструменты машинного обучения, объяснимого ИИ и алгоритмической справедливости по отдельности. Цель исследования — восполнить этот пробел и разработать подходы к моделированию кредитоспособности заемщиков с ограниченной историей, позволяющие управлять трехсторонним компромиссом между точностью, прозрачностью и справедливостью. На основе реальных данных выделены группы заемщиков с ограниченной (thin-file) и отсутствующей (no-file) кредитной историей. Проведено сравнение шести алгоритмов — от логистической регрессии до ансамблей. Интерпретируемость оценена через SHAP/LIME, справедливость — через метрики демографического паритета и равных шансов, для коррекции смещений применены постпроцессинг и инпроцессинг. Показано, что градиентный бустинг достигает для заемщиков с ограниченной историей точности прогнозирования

дефолта, сопоставимой с традиционными клиентами. Однако высокая точность сопровождается снижением прозрачности и значимым алгоритмическим смещением по полу и возрасту. Целенаправленные методы коррекции позволяют смягчить дискриминационный эффект без потери точности. Предложены три практических сценария для кредитных организаций: максимальная инклюзия, сбалансированный подход и регуляторная прозрачность.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые в рамках единого эмпирического исследования предсказательная сила, интерпретируемость и алгоритмическая справедливость моделей кредитного скоринга оцениваются одновременно и именно применительно к сегменту заемщиков с ограниченной или отсутствующей кредитной историей, тогда как в предшествующих работах эти три аспекта рассматривались изолированно друг от друга. Практическая значимость исследования состоит в том, что предложенная методология выделения групп *thin-file* и *no-file*, система оценочных метрик и комплект методов коррекции смещения могут быть непосредственно использованы кредитными организациями при проектировании инклюзивных скоринговых систем, а сформулированные три сценария дают практический инструментарий для выбора модели в зависимости от стратегических приоритетов кредитора.

Ключевые слова: финансовая инклюзия; заемщики с ограниченной кредитной историей; машинное обучение; XGBoost; объяснимый ИИ; алгоритмическая справедливость.

УДК 336.76

В. В. Бухвалова, И. П. Сидельникова

Использование DEA-рейтингов при составлении портфеля облигаций

В статье предлагается новый подход к составлению портфеля облигаций, который состоит из трех последовательно выполняемых этапов. На первом этапе формируется выборка облигаций, которые удовлетворяют критериям инвестора. На втором этапе инвестор определяет рейтинги облигаций из выборки в соответствии со своими критериями, используя модели DEA (DEA-рейтинги) и выбирает облигации с высокими DEA-рейтингами. На третьем этапе определяется оптимальный портфель из этих облигаций с учетом конкретных целей инвестора. На примерах показано, что наряду с облигациями в оптимальный портфель может оказаться выгодно включить накопительный счет и банковский вклад.

Ключевые слова: портфель облигаций; модели DEA; DEA-рейтинг.

УДК 368.8

Е. Д. Заболотский

Демографический риск в операциях негосударственных пенсионных фондов

Статья посвящена исследованию проявления демографического риска (прежде всего в форме риска долголетия) в работе негосударственных пенсионных фондов (НПФ). Выделены основные компоненты такого риска. Обсуждены показатели его измерения и, в частности, предложено использовать для этих целей коэффициент асимметрии. Кроме того, в статье показано, что тарифных инструментов недостаточно для существенного уменьшения влияния указанного риска на долгосрочную финансовую устойчивость, на основе чего сделан вывод о необходимости развития инструментов управления активами НПФ.

Ключевые слова: негосударственные пенсионные фонды (НПФ); макро-риск долголетия; микро-риск долголетия; таблицы смертности; распределение продолжительности

предстоящей жизни; распределения обязательств аннуитетных (пенсионных) выплат; разность настоящих стоимостей входящих и исходящих денежных потоков НПФ.

УДК 332.6

А. А. Гавриленко

Эконометрическое моделирование доступности жилья для молодых семей в условиях стохастических шоков (на примере Санкт-Петербурга)

Статья посвящена исследованию доступности жилья для молодых семей в Санкт-Петербурге в условиях макроэкономической нестабильности и структурных дисбалансов на рынке недвижимости. На основе эконометрического моделирования временных рядов за 2018–2025 гг. с использованием полулогарифмической регрессионной спецификации автором количественно оценивается влияние объемов жилищного строительства, уровня ипотечных ставок и демографических факторов (коэффициента брачности) на модифицированный индекс доступности жилья. Эмпирический анализ выявляет парадоксальный эффект: снижение ставок по ипотеке в условиях неэластичного предложения ведет не к улучшению, а к ухудшению реальной доступности жилья вследствие капитализации субсидий в ценах.

Ключевые слова: доступность жилья; эконометрическое моделирование; ипотечное кредитование; рынок недвижимости; государственная поддержка; ключевая ставка.

УДК 519.8

А. Д. Романов, Г. М. Фридман

Решение задачи о динамическом перестроении графика оборота воздушных судов

В статье рассмотрена задача о динамическом перестроении назначений парка воздушных судов (ВС) одного типа на рейсы на заданный горизонт планирования. Описаны три последовательных этапа процесса исследования задачи: формирование графа событий, математическая постановка потоковой задачи на сформированном графе в виде задачи смешанного программирования и точный алгоритм численного решения. Для полномасштабных зашумленных исходных данных выполнены массовые числовые расчеты с использованием различных подходов к решению, проведен их сравнительный анализ.

Ключевые слова: исследование операций; задача динамического переназначения типов ВС по рейсам летного расписания; смешанное программирование; приближенные алгоритмы; оптимизация на графах.

УДК 311.4

А. Л. Дмитриев

Специальные статистические исследования Министерства внутренних дел в предреформенный период в России

В статье рассматриваются и анализируются специальные статистические исследования, проводимые Министерством внутренних дел в России в конце 1840–1850-х гг. Акцент сделан на малоизвестных страницах российской экономической истории: статистических экспедициях в Ярославскую и Нижегородскую губернию, становлении статистики городов, статистических исследованиях с целью проведения крестьянской реформы 1861 г., изучении цен на землю, статистических

изучениях задолженности дворянства. Большая часть этих работ были связаны с подготовкой крестьянской реформы — отменой крепостного права. Показано, с какими проблемами сталкивались разработчики статистических материалов и их публикаций. Отмечается, что несмотря на все погрешности, полученные данные позволили принимать управленческие решения и не утеряти своего значения для современных историко-экономических исследований.

Ключевые слова: история статистики; крестьянская реформа; Министерство внутренних дел; Центральный статистический комитет; ведомственная статистика.

УДК 334.7

М. В. Початков, В. С. Волков, М. А. Сторчевой

Защита заявителей в коммерческих организациях: разработка управленческой модели

В современных российских компаниях негосударственного сектора актуальной остается проблема недостаточной эффективности систем защиты заявителей в корпоративных комплаенс-программах, что снижает уровень доверия и затрудняет предотвращение правонарушений. В статье рассматривается существующее законодательное регулирование защиты заявителей и делается вывод о его недостаточности. Далее предлагается обзор международной теории и практики защиты заявителей, а также обширный практический материал по российской экономике — результаты Антикоррупционного рейтинга российского бизнеса (2022–2025 гг.), пилотного проекта группы компаний «Металлоинвест» (2019–2025 гг.), а также экспертного опроса представителей 15 российских организаций в области комплаенса, на основании которого делается вывод о значительном разрыве между формальным декларированием защиты и фактической эффективностью систем в российских компаниях. Затем авторы предлагают модель локального нормативного регулирования защиты заявителей, включающую десять ключевых организационных элементов, признанных экспертами значимыми для повышения доверия к «горячей линии» и предотвращения репрессий.

Результаты исследования впервые комплексно систематизировали и валидировали ключевые элементы эффективной корпоративной защиты заявителей в российском контексте, что обеспечивает переход от декларативных мер к практическим управленческим инструментам повышения комплаенс-эффективности и предотвращения репрессий. Кроме того, исследование показывает, что локальное нормативное регулирование может выполнять компенсаторную функцию в условиях неполноты федерального регулирования защиты заявителей.

Ключевые слова: право заявителей на защиту; корпоративное управление; горячая линия; антикоррупционный комплаенс; организационная справедливость; репрессии.

SUMMARIES

L. A. Soshnikova, V. A. Ovseenko

Labor Market Analysis in the Republic of Belarus: A Spatial Autoregression Model

This article focuses on the spatial econometric analysis of the state and dynamics of regional labor markets in the Republic of Belarus, taking into account the territorial interdependence of districts. The empirical basis of the study comprises data for 2016, 2020, and 2023 covering districts and cities of the Republic of Belarus. To account for spatial interactions, spatial weight matrices were constructed on the basis of distances between territories using a bi-square kernel. The regional labor market is characterized by five composite indicators reflecting the labor market, population, investment, small business development, and the social sphere. The composite indicators were constructed using principal component analysis. Two principal factors were identified for the labor market indicator — “wage fund” and “employment of citizens” — which jointly explain 68,52% of the variance in the initial variables.

Multidimensional classification using the k-means method revealed increasing interregional differentiation. In 2016, the groups with high, medium, and low levels of labor market development included 21, 54, and 54 regions, respectively; by 2023, their numbers had changed to 29, 43, and 57. The simultaneous expansion of the two extreme groups and contraction of the middle cluster indicate increasing polarization of regional labor markets. The club convergence analysis demonstrated the relative stability of the high- and low-development clusters: the probabilities of remaining in these groups were 65,9% and 66,3%, respectively. At the same time, the probability of transition from the medium- to the low-development cluster reached 29,1%, while the Q(M) criterion amounted to 0.17, indicating substantial intercluster mobility. A group of 25 regions persistently remaining at a low level of labor market development was identified; the strongest evidence of club convergence was found in the Vitebsk Region.

Estimation of mixed spatial autoregressive models showed an increase in their statistical significance: from three regions in 2016 and 2020 to five out of six in 2023. The highest share of explained variance in 2023 was obtained for the Mogilev Region, at 81,73%. The results revealed substantial territorial heterogeneity in the effects of the examined factors and an increasing role of population characteristics, investment, and small business development, alongside the persistently ambiguous influence of the social sphere. These findings substantiate the need for a differentiated regional labor market policy.

Key words: regional labor market; spatial autoregression; composite indicator; principal component analysis; cluster analysis; club convergence; regional differentiation; Republic of Belarus.

A. I. Zalilov

Multidimensional Socioeconomic Inequality in Russia: Between-regional and Within-regional Components

The article assesses multidimensional socioeconomic inequality in Russia using Life in Transition Survey microdata for 2016 and 2023. An aggregate measure combining per capita income, education, and self-rated health is examined using the Theil index and its decomposition by federal district. The results show that overall multidimensional inequality increased, with the Theil index rising from 0,038 to 0,043. Most inequality

originated within federal districts, while the share of the between-district component declined from 8,6% to 6,4%. The findings indicate growing socioeconomic heterogeneity within Russia's federal districts.

Key words: multidimensional inequality; socioeconomic inequality; Theil index; inequality decomposition.

M. Yu. Arkhipova, M. P. Kuznetsova

Modeling Financial Inclusiveness of Borrowers with Limited Credit History: a Compromise Between Accuracy, Interpretability, and Algorithmic Fairness

Access to credit is a necessary condition for economic participation; however, a significant share of the economically active population in various countries is excluded from formal lending due to the absence or insufficiency of a traditional credit history. Alternative data open up new opportunities, but the scientific community has so far applied machine learning, explainable AI, and algorithmic fairness tools in isolation. The aim of this study is to fill this gap and develop approaches to modeling the creditworthiness of borrowers with limited histories, enabling the management of the three-way trade-off between accuracy, transparency, and fairness. Based on real data, groups of borrowers with thin-file and no-file credit histories were identified. A comparison of six algorithms was conducted, ranging from logistic regression to ensembles. Interpretability was assessed using SHAP/LIME, fairness was evaluated through metrics of demographic parity and equal opportunity, and post-processing and in-processing methods were applied to correct biases. It is shown that gradient boosting achieves default prediction accuracy for borrowers with limited histories comparable to that for traditional customers. However, high accuracy is accompanied by reduced transparency and significant algorithmic bias by gender and age. Targeted correction methods make it possible to mitigate the discriminatory effect without loss of accuracy. Three practical scenarios for credit institutions are proposed: maximum inclusion, a balanced approach, and regulatory transparency.

The scientific novelty of the work lies in the fact that, for the first time within a single empirical study, the predictive power, interpretability, and algorithmic fairness of credit scoring models are assessed simultaneously and specifically for the segment of borrowers with limited or absent credit history, whereas in previous works these three aspects have been considered in isolation. The practical significance of the study lies in the fact that the proposed methodology for identifying thin-file and no-file groups, the system of evaluation metrics, and the set of bias correction methods can be directly used by credit institutions when designing inclusive scoring systems, while the three formulated scenarios provide a practical toolkit for model selection depending on the lender's strategic priorities.

Key words: financial inclusion; thin-file borrowers; machine learning; XGBoost; explainable AI; algorithmic fairness.

V. V. Bukhvalova, I. P. Sidelnikova

The Use of DEA Ratings in the Preparation of a Bond Portfolio

This paper proposes a novel approach to bond portfolio construction, comprising three sequential stages. In the first stage, a sample of bonds satisfying the investor's specified criteria is formed. In the second stage, the investor determines ratings for the bonds within this sample in accordance with the specified criteria, employing Data Envelopment Analysis (DEA) models (DEA-ratings), and selects those bonds exhibiting high DEA-ratings. In the third stage, the optimal portfolio is derived from these selected bonds, taking into account the investor's specific objectives. Illustrative examples demonstrate

that, in addition to bonds, it may prove advantageous to incorporate a savings account and a bank deposit into the optimal portfolio.

Key words: bond portfolio; DEA models; DEA rating.

E. V. Shalaeva

The Impact of Market Uncertainty on the Performance of Small and Medium-sized Enterprises: the Role of Government Support

The aim of this study is to assess the impact of market uncertainty on the performance of small and medium-sized enterprises, taking into account the stimulating effect of government support. Regression models were estimated based on data from 5,914 Russian small and medium-sized enterprises in the industrial sector for the period 2020–2024 using the least squares method on transformed data (within-group estimators). The study revealed that market uncertainty has a negative impact on the performance of Russian small and medium-sized enterprises. The financial type of government support serves as a mitigating factor for this impact. The uniqueness of the study is that it is the first to assess the impact of market uncertainty on the performance of Russian small and medium-sized enterprises in the industrial sector, taking into account the types of government support.

Key words: market uncertainty; efficiency; small and medium-sized enterprises; government support.

E. D. Zabolotskii

Demographic Risk in Operations of Private Pension Funds

The paper is devoted to a problem of impact of demographical risk (first of all, in a form of longevity risk) on pension funds. Some key components of the risk were classified. Coefficients of measuring such a risk were discussed. In particular, coefficient of asymmetry was offered as a good measure of the longevity risk. Moreover, it was shown in the paper, that tariff tools are not sufficient for a principal decrease of the longevity risk. As a result, the conclusion about the need of some tools for assets management must be developed that could be used for minimizing the longevity risks.

Key words: private pension funds; macro-longevity risk; micro-longevity risk; life table; lifetime distribution; annuity liabilities distribution; a difference between present values of inflow and outflow of pension funds.

A. A. Gavrilenko

Econometric Modeling of Housing Affordability for Young Families under Stochastic Shocks: Evidence from St. Petersburg

The article is devoted to the study of housing affordability for young families in St. Petersburg under conditions of macroeconomic instability and structural imbalances in the real estate market. Based on econometric modeling of time series for 2018–2025 using a semilogarithmic regression specification, the author quantitatively assesses the impact of housing construction volumes, mortgage interest rates, and demographic factors (marriage rate) on a modified housing affordability index. The empirical analysis reveals a paradoxical effect: a decrease in mortgage rates under inelastic supply conditions leads not to an improvement but to a deterioration in real housing affordability due to the capitalization of subsidies into prices.

Key words: housing affordability; econometric modeling; mortgage lending; real estate market; state support; key rate.

A. D. Romanov, G. M. Friedman

Solving the Problem of Dynamic Restructuring of the Aircraft Turnover Schedule

The optimal fleet re-assignment problem is described and solved in the paper as multi-objective mixed integer program. Event graph has been constructed and a specific variation of the network flow problem on this graph has been formulated. A new approach to solution of the problem was proposed to demonstrate good accuracy and effective performance. Numerical calculations were produced on full-scale noisy initial data.

Key words: operations research; fleet re-assignment problem; multi-objective mixed integer program; approximate algorithms; optimization on graphs.

A. L. Dmitriev

Special Statistical Studies of the Ministry of Internal Affairs in the Pre-Reform Period in Russia

This article examines and analyzes specialized statistical studies conducted by the Ministry of Internal Affairs in Russia in the late 1840s and 1850s. Emphasis is placed on little-known chapters in Russian economic history: statistical expeditions to the Yaroslavl and Nizhny Novgorod provinces, the development of urban statistics, statistical research conducted to implement the 1861 peasant reform, land price studies, and statistical studies of the nobility's debts. Much of this work was related to the preparation of the peasant reform—the abolition of serfdom. The problems faced by those developing statistical materials and their publications are discussed. It is noted that, despite all the errors, the data obtained allowed for management decisions and has not lost its significance for modern historical and economic research.

Key words: history of statistics; peasant reform; Ministry of Internal Affairs; Central Statistical Committee; departmental statistics.

M. V. Pochatkov, V. S. Volkov, M. A. Storchevov

Whistleblower Protection in Commercial Organizations: Developing a Model of Local Normative Regulation

The problem of insufficient effectiveness of whistleblower protection systems in corporate compliance programs remains relevant for contemporary Russian private-sector companies, as it reduces trust in internal reporting channels and impedes the prevention of wrongdoing. The article examines the existing legal regulation of whistleblower protection and concludes that it remains insufficient. It then provides an overview of international theory and practice of whistleblower protection, as well as extensive practical material on the Russian economy, including the results of the Anti-Corruption Rating of Russian Business for 2022–2025, the pilot project of Metalloinvest Group for 2019–2025, and an expert survey of representatives of 15 Russian organizations in the field of compliance. On this basis, the article identifies a significant gap between the formal declaration of whistleblower protection and the actual effectiveness of such systems in Russian companies. The authors then propose a model of local normative regulation of whistleblower protection, which includes ten key organizational elements recognized by experts as important for increasing trust in the hotline and preventing retaliation.

The results of the study make it possible to systematize and preliminarily validate the key elements of effective corporate whistleblower protection in the Russian context. This supports a transition from declarative measures to practical legal and organizational

instruments aimed at improving compliance effectiveness and preventing retaliation. In addition, the study shows that local normative regulation may perform a compensatory function in conditions where federal regulation of whistleblower protection remains incomplete.

Key words: whistleblower protection rights; corporate governance; whistleblowing hotline; anti-corruption compliance; organizational justice; retaliation; socio-legal analysis.

CONTENTS

MACROECONOMIC CALCULATIONS

L. A. Soshnikova, V. A. Ovseenko

Analysis of the Labor Market in the Republic of Belarus: A Spatial Autoregressive Model 3

A. I. Zalilov

Multidimensional Socioeconomic Inequality in Russia: Between-regional and Within-regional Components22

E. V. Shalaeva

The Impact of Market Uncertainty on the Performance of Small and Medium-sized Enterprises: the Role of Government Support32

FINANCIAL MANAGEMENT

M. Yu. Arkhipova, M. P. Kuznetsova

Modeling Financial Inclusiveness of Borrowers with Limited Credit History: a Compromise Between Accuracy, Interpretability, and Algorithmic Fairness46

V. V. Bukhvalova, I. P. Sidelnikova

The Use of DEA Ratings in the Preparation of a Bond Portfolio.....60

INSURANCE

E. D. Zabolotskii

Demographic Risk in Operations of Private Pension Funds75

MARKETS FOR GOODS AND SERVICES

A. A. Gavrilenko

Econometric Modeling of Housing Affordability for Young Families Under Stochastic Shocks: Evidence from St. Petersburg.....89

OPERATIONS RESEARCH

A. D. Romanov, G. M. Friedman

Solving the Problem of Dynamic Restructuring of the Aircraft Turnover Schedule ...98

HISTORY OF FINANCE AND ACCOUNTING

A. L. Dmitriev

Special Statistical Studies by the Ministry of Internal Affairs in the Pre-reform Period in Russia 113

VARIA

M. V. Pochatkov, V. S. Volkov, M. A. Storchevoy

Whistleblower Protection in Commercial Organizations: Developing a Model of Local Normative Regulation 127

Information about the Authors 143

Annotation 144

Summaries..... 149

Contents..... 154

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ФИНАНСЫ И БИЗНЕС»

1. Содержание статьи должно соответствовать тематическим направлениям журнала, обладать определенной новизной и представлять интерес для широкого круга читателей.

2. Опубликованные материалы, а также рукописи, находящиеся на рассмотрении в других изданиях, к рассмотрению не принимаются.

3. Рукопись представляется в редакцию в электронном виде файла в формате Word для Windows и по возможности в виде распечатки (желательно на лазерном принтере) в двух экземплярах через два интервала с размером шрифта не менее 12 кегля с полями не менее 20 мм.

4. Объем рукописи не должен, как правило, превышать 1,5 авторского листа, т. е. 60 тыс. знаков или 33 машинописные страницы.

5. Рукопись должна иметь на всех страницах номера. Сквозные номера должны быть и для таблиц, и для рисунков. К графикам, построенным по конкретным цифрам (статистическим данным), необходимо приложить соответствующий файл Excel.

6. В электронном виде рукописи следует избегать кириллических букв в названиях файлов, при этом названия не должны содержать больше 8 знаков.

7. Таблицы и графики в тексте или приложениях к нему должны иметь заголовки, на каждую таблицу и график в тексте должны быть ссылки.

8. Иллюстрации обязательно должны иметь порядковый номер и названия. Таблицы и рисунки являются частью текста и должны допускать электронное редактирование.

9. Формулы следует набирать в редакторе MathType.

10. Список литературы приводится в конце рукописи в алфавитном порядке по фамилиям авторов в соответствии с принятыми стандартами библиографического описания. Ссылки на цитируемые источники даются указанием в круглых скобках авторов и года издания, соответствующей работы, например: (Петров, Сидоров, 2004, с. 23) или (Статистический сборник..., 2003, с. 56).

11. Отдельно прилагается список литературы, транслитерированный и переведенный на английский язык. Транслитерации и переводу подлежат все позиции на кириллице по следующему образцу:

Gishkaeva L. L. *Analiz zarabotnoj platy v realijah rossijskoj jekonomiki* [*Analysis of wages in the realities of the Russian economy*]. Moscow, 2015. (In Russian)

Grebennikov P. I. *Opasny li rossijskoj jekonomike mirovye finansovye krizisy?* [Are the global financial crises dangerous for the Russian economy?]. *Finansy i biznes* [Finance and business], 2014, N 1, pp. 6–9. (In Russian)

Svodnye statisticheskie svedeniya o sostoyanii sudimosti v Rossii za 2012 god (№ 10.1 «Otchet o chisle privilechennyh k ugolovnoj otvetstvennosti i vidah ugolovnogo nakazaniya») [Summary statistical data on the criminal record in Russia for 2012 (No. 10.1 «Report on the number of criminal cases and types of criminal punishment»)]. Sudebnyj departament pri Verhovnom Sude Rossijskoj Federacii [Judicial Department of the Supreme Court of the Russian Federation]. Available at: <http://www.cdep.ru/index.php?id=79&item=1776> (accessed: 12.10.2017). (In Russian)

12. К рукописи прилагаются сведения об авторе(ах) на русском языке с указанием фамилии, имени, отчества, ученой степени и звания, места работы и должности, контактного телефона и электронного адреса, а также перевод заглавия и фамилий авторов на английский язык.

13. Распечатка должна быть подписана всеми авторами с указанием даты отправки.

14. К рукописи обязательно прилагаются аннотации статьи в объеме до 800 знаков на русском и английском языках, а также ключевые слова на русском и английском.

Редакция принимает на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи, сотрудниками редакции, членами редколлегии и редсовета, а также рецензентами данной работы.

Редакция направляет копии рецензий в Минобрнауки России по его запросу.

Все рукописи проходят обязательное анонимное рецензирование.

Плата с аспирантов за публикацию статьи не взимается.

Для получения оперативного ответа электронную версию рукописи рекомендуется посылать на: finbiz.spb.ru

ПРИНЦИПЫ ЭТИКИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕЦЕНЗЕНТА

Рецензент осуществляет научную экспертизу авторских материалов, носящую непредвзятый характер и отвечающую следующим принципам:

- рукопись, полученная для рецензирования, рассматривается как конфиденциальный документ, который нельзя передавать для ознакомления или обсуждения третьим лицам без согласия редакционной коллегии;
- рецензент обязан дать объективную и аргументированную оценку изложенным результатам исследования;
- неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей, не должны использоваться рецензентом в личных целях.

Рецензент должен обладать достаточной квалификацией для оценки рукописи и не иметь конфликта интересов с автором.

ПРИНЦИПЫ ЭТИКИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОРА НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

Автор (коллектив авторов) несет персональную ответственность за новизну и достоверность результатов научного исследования, что предполагает соблюдение следующих принципов:

- авторы статьи должны предоставлять достоверные результаты проведенных исследований. Заведомо ошибочные или сфальсифицированные утверждения неприемлемы;
- авторы должны гарантировать оригинальность результатов исследования, изложенных в предоставленной рукописи. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Заимствования, а также плагиат в любых формах, включая неоформленные цитаты, перефразирование или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы;
- в статье должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования;
- авторы не должны предоставлять в журнал рукопись, которая была отправлена в другой журнал и находится на рассмотрении, а также статью, уже опубликованную в другом журнале;
- соавторами статьи должны быть указаны все лица, внесшие существенный вклад в проведение исследования;
- среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании;
- при обнаружении автором существенных ошибок или неточностей в статье на этапе ее рассмотрения или после ее опубликования он должен как можно скорее уведомить об этом редакционную коллегию журнала.

Редакционная политика журнала «Финансы и бизнес» соответствует рекомендациям международного Комитета публикационной этики (COPE).

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРИСЛАННЫХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ФИНАНСЫ И БИЗНЕС»

1. Рукопись, присылаемая в редакцию, должна соответствовать тематике журнала и требованиям к рукописям (оформление таблиц, графиков, ссылок на библиографию и интернет-издания).
2. Поступление рукописи статьи регистрируется в специальном журнале.
3. Издание осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки.
4. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних трех лет публикации по тематике рецензируемой статьи.
5. Редакция журнала не более, чем в течение двух месяцев, проводит научное рецензирование рукописи.
6. Рецензирование анонимное. В качестве рецензентов выступают как члены редколлегии, так и привлеченные специалисты. Все рецензии регистрируются в специальном журнале.
7. При положительной рецензии редколлегия принимает решение о публикации статьи, о чем уведомляет автора в трехдневный срок после получения рецензии.
8. В случае, если рецензент предлагает автору доработать статью, текст рецензии высылается автору.
9. В случае отклонения статьи редакция высылает автору текст рецензии с мотивированным отрицательным заключением.
10. Редакция вправе отклонить статью в случае: несоблюдения автором правил оформления рукописи; выявления элементов плагиата; несоответствия статьи тематике журнала.
11. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение пяти лет.
12. Редакция направляет копии рецензий в Минобрнауки России по его запросу.

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «ФИНАНСЫ И БИЗНЕС»

Подписку на журнал «Финансы и бизнес» на второе полугодие 2026 г. можно оформить во всех почтовых отделениях России и стран СНГ по подписному журналу «Газеты. Журналы» (**индекс Роспечати 46835**) или в издательстве «Прспект».

Контактный телефон издательства: **8 (495) 651-62-62.**

E-mail: **mail@prospekt.org**

Адрес издательства: **119285, Москва, ул. Мосфильмовская, 1.**

Контактный телефон редакции: **(812) 458-97-30, доб. 3707.**

E-mail редколлегии: **finbizdmitriev@yandex.ru**

Адрес сайта журнала «Финансы и бизнес»: **finbiz.spb.ru**

Полный текст журнала, начиная с 2021 № 1, можно найти на платформе
EBSCOhost



Подписано в печать 28.09.2026. Формат 70 × 108¹/₁₆.

Печать цифровая. Бумага офсетная.

Печ. л. 10,0. Тираж 400 экз. Заказ №

ISSN 1814-4802

© И. И. Елисеева, 2026

© ООО «Издательство Прспект», 2026

Journal DOI 10.31085/1814-4802

Issue DOI 10.31085/1814-4802-2026-22-3-160