

**Ишмухаметова Диана Руслановна**

студентка

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы

народов имени Патриса Лумумбы»

г. Москва

**Нажмутдинов Руслан Азатович**

студент

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы

народов имени Патриса Лумумбы»

г. Москва

**Глинская Анна Романовна**

студентка

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки

и технологий им. академика М.Ф. Решетнева»

г. Красноярск, Красноярский край

**Ершов Юрий Константинович**

студент

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки

и технологий им. академика М.Ф. Решетнева»

г. Красноярск, Красноярский край

## **ЦИФРОВАЯ ЗРЕЛОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЕЁ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, ДАННЫЕ И КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ**

*Аннотация:* в статье рассматривается влияние цифровой зрелости предприятий на их экономические результаты. Анализ основан на данных 8 412 компаний промышленности и сервисного сектора за период 2015–2024 гг. Представлены теоретические подходы к пониманию цифрового капитала, методология формирования индекса цифровой зрелости IDM и результаты кластеризации предприятий по уровню цифровой интеграции. Выявлены группы компаний

*с различной структурой цифровых компетенций и показано, что высокие уровни зрелости связаны с качественным переходом в динамике выручки.*

**Ключевые слова:** *цифровая зрелость, цифровая трансформация, искусственный интеллект, производительность предприятий, кластеризация, машинное обучение, анализ данных, экономический рост.*

## I. Введение.

Цифровизация становится ключевым фактором конкурентоспособности организаций. Исследования международных экономических институтов показывают, что вклад цифрового капитала в рост производительности сопоставим с влиянием человеческого капитала и инфраструктуры [5; 7; 8]. Цифровые технологии трансформируют структуру затрат, алгоритмы принятия решений и организационную логику бизнеса.

Однако оценка экономических эффектов цифровизации сталкивается с методологическими трудностями: отсутствуют общие стандарты измерения цифровой зрелости, отрасли существенно различаются по уровню технологической интеграции, а экономический эффект внедрения ИИ проявляется с временным лагом 12–24 месяцев. Это требует применения комплексного анализа данных и моделей, учитывающих нелинейный характер цифровых преобразований [3].

## II. Теоретические основы.

Технологический прогресс традиционно рассматривается как ключевой источник роста экономики (Solow). Современные концепции существенно расширяют данное понимание, выделяя несколько теоретических направлений, связанных с цифровой трансформацией:

- теория транзакционных издержек (Coase; Williamson) – цифровизация снижает затраты на координацию, обработку и поиск информации [2];
- ресурсная теория фирмы (Barney) – цифровые компетенции и данные выступают устойчивым конкурентным ресурсом;

– теория дополнения труда и технологий (Acemoglu) – ИИ перераспределяет задачи между людьми и алгоритмами, повышая общую производительность [1; 6].

Эмпирические исследования демонстрируют заметную отраслевую дифференциацию. Промышленность получает выгоды за счёт оптимизации цепочек поставок и снижения дефектов, а сервисные отрасли – благодаря персонализации клиентского опыта и управлению спросом [4; 9].

### III. Данные и формирование индекса цифровой зрелости.

Исследование построено на панели из 8 412 компаний четырёх отраслей: машиностроение, FMCG, ритейл и финансовые услуги за период 2015–2024 гг. Используются корпоративные отчёты (IFRS/GAAP), отраслевые KPI и опросы, отражающие уровень цифровых компетенций сотрудников и менеджмента.

Для минимизации смещений исключались предприятия с неполными временными рядами, а также применялась Winsorization на уровнях 1% и 99%.

Индекс цифровой зрелости IDM формировался по пяти направлениям:

- автоматизация процессов RPA, ERP – характеризует покрытие рутинных операций роботизированными системами и наличие единого цифрового контура бизнес-процессов;

- аналитика данных – описывает способность компании собирать и интерпретировать данные, наличие BI-платформ и data-pipelines;

- использование ИИ – фиксирует долю задач, в которых применяются ML-модели: прогноз спроса, рекомендательные системы, алгоритмы оптимизации;

- облачная инфраструктура – отражает степень миграции IT-нагрузки в облако, отказоустойчивость и масштабируемость решений;

- цифровая культура и компетенции – характеризует способность сотрудников и менеджмента адаптироваться к новым технологиям уровень цифровых навыков.

Каждый показатель нормирован от 0 до 1, итоговый индекс – среднее пяти компонент. Распределение IDM приведено на рисунке 1.

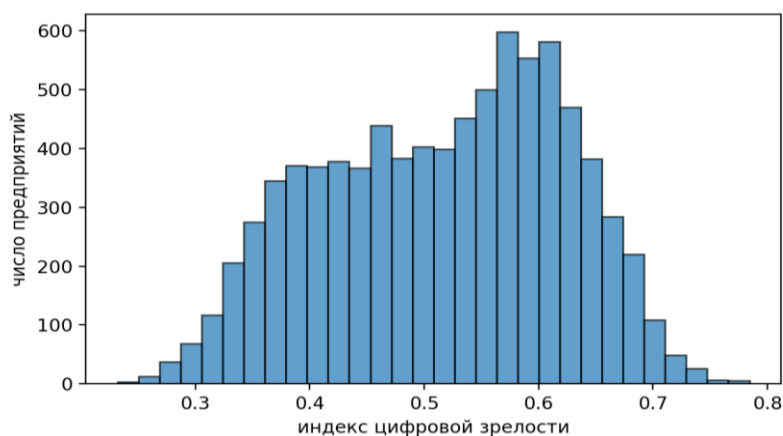


Рис. 1. Распределение индекса цифровой зрелости предприятий

Распределение асимметрично: кривая сдвинута вправо, что указывает на наличие значительной группы компаний, находящихся на стадии перехода от базовой цифровизации к продвинутой. При этом доля организаций со зрелостью выше 0.65 существенно ниже, что отражает ограниченность компетенций и барьеры внедрения ИИ.

#### IV. Кластеризация цифровой зрелости.

Кластеризация цифровой зрелости. Для формального выделения однородных групп используется метод K-means. Оптимальное количество кластеров ( $k=4$ ) определено по индексу силуэта и функции «локтя». Подход позволяет разделить предприятия на квадранты зрелости с сопоставимым уровнем цифровой интеграции. Цель кластеризации – выявить, различаются ли предприятия по динамике производительности не только в зависимости от величины инвестиции в цифровизацию, но и её структуры. Именно кластерный анализ показывает, возникает ли эффект порога – явление, при котором рост выходит за пределы линейных ожиданий. Распределение роста выручки по кластерам представлено на рисунке 2.

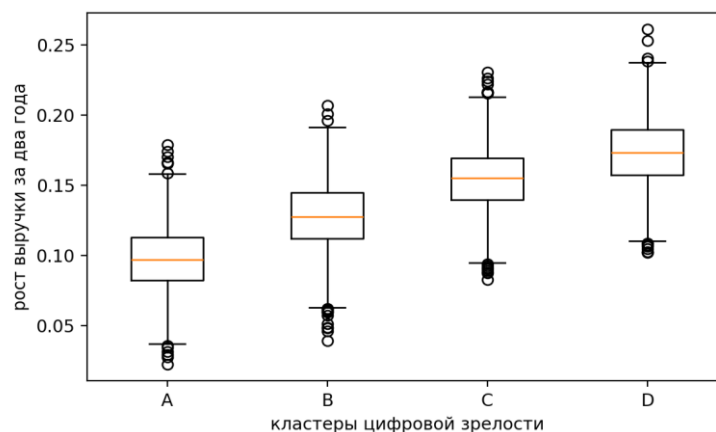


Рис. 2. Распределение роста выручки по кластерам цифровой зрелости

На графике медианы кластеров возрастают последовательно, при этом разница между C и D значительно выше, чем между A-B или B-C. Такой скачок согласуется с моделями технологической комплементарности (Acemoglu), согласно которым цифровые технологии работают не как сумма компонентов, а как система взаимно усиливающих элементов.

#### IV. Заключение.

Проведённый анализ демонстрирует ярко выраженный нелинейный характер воздействия цифровой зрелости на экономическую динамику предприятий. Лишь после достижения порогового уровня цифровой интеграции компании переходят к качественно новому уровню роста выручки. Кластерный анализ подтверждает: цифровая трансформация представляет собой систему взаимно усиливающих элементов, и изолированные цифровые инициативы не обеспечивают существенного эффекта.

#### *Список литературы*

1. Вахрушева И.А. Развитие познавательного интереса в процессе формирования математической направленности студентов технического вуза / И.А. Вахрушева // Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов по материалам XXVI международной научно-практической конференции (28 февраля 2018 г.) / под общ. ред. А.В. Туголукова – М.: ИП Туголуков А.В., 2018 – С. 121–126. EDN YRYMLC

2. Вахрушева И.А. Сборник индивидуальных заданий по математике: практикум / И.А. Вахрушева, Е.И. Захаркина, И.А. Максименко. – Ч. 2. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2016. – 111 с. – EDN YKYGRN

3. Вахрушева И.А. Формирование математической направленности студентов технического вуза: теоретический аспект / И.А. Вахрушева, Е.В. Сергеева. – 2022. EDN RADSMZ

4. Григоренко Л.А. Актуализация мотивационного потенциала студентов как педагогическое условие формирования их познавательных потребностей в контексте цифровой образовательной среды технического вуза / Л.А. Григоренко, И.А. Вахрушева // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – №5. – С. 75. DOI 10.17513/spno.32165. EDN PUMSQJ

5. Лешер О.В. Диагностика сформированности математической направленности студентов университета / О.В. Лешер, И.А. Вахрушева // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2020. – С. 368–368. EDN NVULFJ

6. Прудкий А.С. Анализ методов точного земледелия / А.С. Прудкий, Н.С. Шайтура // Славянский форум. – 2023. – №1 (39). – С. 322–335. – EDN NU-CDRH.

7. Прудкий А.С. Применение систем пространственного позиционирования для навигации автотранспортного предприятия / А.С. Прудкий // Методы и программные средства дистанционного зондирования Земли. – 2022. – С. 85–96. EDN JXFBNQ

8. Использование дистанционного зондирования при мониторинге полей в точном земледелии / С.В. Шайтура, Н.С. Шайтура, А.С. Прудкий [и др.] // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2023. – №8. – С. 485–492. DOI 10.33920/se1-04-2308-06. EDN NNGTIB

9. Leshер О. V. [et al.]. Characteristic of personnel readiness for conflict management in the organization // Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades. – 2019. Vol. 4. No. 17. Pp. 145–150. EDN XDIJF