

Финансы и управление

Правильная ссылка на статью:

Бобков А.Л. Использование дискриминантного анализа для прогнозирования пределов достижимого роста промышленных предприятий // Финансы и управление. 2025. № 3. DOI: 10.25136/2409-7802.2025.3.75190 EDN: BPIGFX URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=75190

Использование дискриминантного анализа для прогнозирования пределов достижимого роста промышленных предприятий

Бобков Александр Леонидович

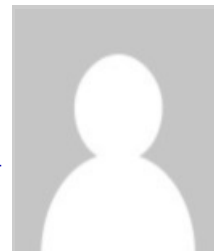
ORCID: 0000-0002-3744-6191

кандидат технических наук

доцент, кафедра Теории менеджмента и бизнес-технологий; Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

125239, г. Москва, бульвар Матроса Железняка, д. 33, корп. 1, кв. 31

✉ Bobkov.AL@rea.ru



[Статья из рубрики "Проблемы прогнозирования"](#)

DOI:

10.25136/2409-7802.2025.3.75190

EDN:

BPIGFX

Дата направления статьи в редакцию:

13-07-2025

Дата публикации:

20-07-2025

Аннотация: Объектом исследования являются предприятия металлургической промышленности Чешской Республики. Выбор объектом исследования металлургических предприятий Чешской Республики обусловлен наличием ранее построенной модели развития производственной структуры для таких предприятий. Предметом исследования является прогнозирование изменений производственной структуры промышленных предприятий в процессе их роста и развития. В статье предлагается использование дискриминантного анализа для прогнозирования пределов достижимого роста промышленных предприятий в рамках существующей производственной структуры. Ранее для прогнозирования пределов достижимого роста промышленных предприятий была

разработана методика статистического прогнозирования предела достижимого роста с использованием ключевых предикторов организационной трансформации. Однако, в отличие от методики статистического прогнозирования предела достижимого роста, использование дискриминантного анализа позволяет существенно снизить трудоемкость проведения расчетов для выявления границ достижимого роста организации в рамках существующей производственной структуры. В качестве метода проводимого исследования был выбран дискриминантный анализ. Дискриминантный анализ проводился методом Уилкса с использованием компьютерной программы IBM SPSS Statistics. Выбор методом Уилкса обусловлен возможностью алгоритмического отбора переменных, для обеспечения высокой точности получаемой модели. Научная новизна исследования заключается в научном обосновании возможности использования дискриминантного анализа для прогнозирования изменений производственной структуры промышленных предприятий в процессе их роста и развития на основе модели развития производственной структуры. Ранее аналогичные исследования не проводились в силу отсутствия моделей, позволяющих выявлять уровни развития производственной структуры и группировать их в соответствии с этими уровнями. Полученная по результатам проведенных исследований дискриминантная функция обеспечивает высокую точность прогнозирования (99,7% исходных наблюдений были классифицированы правильно), что позволяет ее использовать для прогнозирования изменений типа производственной структуры в соответствии с моделью развития производственной структуры. Расчет значений построенной дискриминантной функции для выбранного промышленного предприятия позволяет с высокой вероятностью классифицировать исследуемое предприятие (промышленное предприятие, сегментированное предприятие и др.) на основе разработанной ранее модели развития производственной структуры, а также спрогнозировать направления его дальнейшего развития в рамках существующей производственной структуры. Таким образом, результаты проведенного исследования показывают возможность использования полученной статистической модели для прогнозирования изменений производственной структуры промышленных предприятий.

Ключевые слова:

прогнозирование, дискриминантный анализ, метод Уилкса, IBM SPSS Statistics, металлургические предприятия, Чешская Республика, развитие производственной структуры, организационная трансформация, управление организационным развитием, управление изменениями

1. Введение

Ранее проведенные автором эмпирические исследования по выявлению закономерностей развития производственной структуры предприятий и организаций различных секторов экономики выявили наличие двух базовых типов производственной структуры (последовательного и параллельного), которые диалектически меняют друг друга по мере роста и развития организации [\[3, 4, 7\]](#). Соответственно, на каждом новом этапе развития производственная структура приобретает новые характеристики, сохраняя черты одного из двух базовых типов производственной структуры. Указанная таксономия производственных структур была сформулирована на основе анализа научных работ российских и зарубежных ученых в области менеджмента [\[2, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 19, 20, 23, 25\]](#) и достаточно подробно изложена в публикациях автора [\[3, 4, 5, 6, 7\]](#).

Базируясь на результатах проведенных эмпирических исследований по выявлению закономерностей развития производственной структуры предприятий с использованием модели развития производственной структуры, автором была разработана и апробирована методика статистического прогнозирования предела достижимого роста [6, 7]. Практическое применение указанной методики позволяет количественно определить границы достижимого роста предприятия в рамках существующей производственной структуры и, с учетом эмпирически выявленных закономерностей ее развития, спрогнозировать необходимость проведения организационной трансформации при достижении этой границы. Описание и апробация методики статистического прогнозирования предела достижимого роста подробно изложена научных публикациях автора [6, 7], и предполагает выполнение следующих этапов:

1. построение модели развития производственной структуры для исследуемой отрасли [11];
2. расчет нижних и верхних границ для каждого уровня развития предприятий исследуемой отрасли;
3. определение текущего уровня развития исследуемого предприятия путем сопоставления показателей его хозяйственной деятельности с граничными значениями показателей соответствующих уровней развития;
4. составление прогноза достижения пороговых значений показателей модели развития производственной структуры исследуемого предприятия со значениями верхней границы соответствующего уровня развития [6].

Апробация методики статистического прогнозирования предела достижимого роста показала хорошие результаты. Вместе с тем, ее практическое использование в процессе апробации выявило ряд сложностей. В первую очередь, - это относительно высокая трудоемкость проведения расчетов, а также требования к квалификации сотрудников в части наличия у них практического опыта проведения статистической обработки данных. То есть, для расширения практики использования разработанной методики, возникла необходимость ее существенного упрощения. Для этого автором была предпринята попытка разработки более простой модели, позволяющей количественно спрогнозировать пределы достижимого роста исследуемого предприятия в рамках существующей производственной структуры.

2. Материалы и методы

Поскольку задачей прогнозирования пределов достижимого роста организации является определение границ групп предприятий, относящихся к одному уровню в модели развития производственной структуры, то методом исследования был выбран дискриминантный анализ [1, 16, 18]. Дискриминантный анализ относится к статистическим методам классификации и позволяет статистически предсказать принадлежность объектов исследования к двум или нескольким заранее заданным группам этих объектов. Для этого осуществляется подбор переменных, характеризующих объекты исследования [2], и определяются значения коэффициентов дискриминантной функции. Дискриминантная функция имеет вид:

$$D = c + a_1 \times x_1 + a_2 \times x_2 + a_3 \times x_3 + \dots + a_n \times x_n \quad (1),$$

где: D – значение дискриминантной функции;

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – совокупность переменных, описывающих выбранные объекты исследования;

c – константа дискриминантной функции,

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ – значения коэффициентов дискриминантной функции (рассчитываются в процессе проведения дискриминантного анализа);

n – количество используемых переменных [\[7\]](#).

Как было отмечено выше, особенностью проведения дискриминантного анализа является заранее известное отнесение объектов исследования к соответствующим группам. В данном случае для объектов исследования (т.е. предприятия металлургической промышленности) использовалось их распределение по уровням развития с использованием модели развития производственной структуры. Результатом проведения дискриминантного анализа является построение дискриминантной функции, т.е. функциональной зависимости, описываемая формулой (1). Полученная таким образом дискриминантная функция с определенной достоверностью, характеризующей качество полученной модели, позволяет осуществить разбиение объектов исследования (в данном случае - предприятий металлургической промышленности) по уровням их развития с учетом ранее построенной модели развития производственной структуры для этих объектов исследования.

Такой подход достаточно широко применяется в научных исследованиях в области экономики и менеджмента [\[1, 9, 16, 18\]](#). Наиболее известным примером использования дискриминантного анализа в области экономики является построение количественных моделей прогнозирования банкротства организаций (модель Альтмана, модель Фулмера, модель Спрингейта и др). [\[8\]](#).

В данном исследовании для проведения дискриминантного анализа использовалась компьютерная программа IBM SPSS Statistics. В качестве объектов исследования были выбраны предприятия металлургической промышленности Чешской Республики, для которых ранее была построена модель развития производственной структуры [\[3, 4\]](#). При проведении дискриминантного анализа использовался метод Уилкса, относящийся к категории пошаговых методов. Выбор метода Уилкса обусловлен возможностью пошагового отбора необходимых переменных с учетом их значимости в построенной модели. Отбор переменных осуществлялся из совокупности показателей, характеризующих результаты финансово-хозяйственной деятельности металлургических предприятий. Включение и исключение переменных в дискриминантную функцию осуществлялось на основе критериев, установленных в IBM SPSS Statistics по умолчанию ($F > 3,84$ и $F < 2,71$ соответственно для включения и исключения переменных) [\[13, 21, 22, 24\]](#).

3. Результаты

Результаты проведения дискриминантного анализа показали высокое качество построенной статистической модели: точность модели составила 99,7% (т.е. 99,7% исходных сгруппированных наблюдений классифицировано правильно). В качестве объектов исследования было отобрано 363 металлургических предприятия, использованных ранее при построении модели развития производственной структуры металлургических предприятий [\[3, 4\]](#). В процессе проведения дискриминантного анализа

из 363 металлургических предприятий, изначально используемых в качестве объектов исследования, было исключено 4 предприятия ввиду отсутствия в используемой базе данных одной или нескольких из дискриминантных переменных. Таким образом, построение дискриминантной функции осуществлялось на основе данных по 359 металлургическим предприятиям.

Построенная дискриминантная функция имеет высокое собственное значение, - 154,8. Значение p – вероятности ошибки при принятии гипотезы о неравенстве дисперсий крайне низко, не более 0,001, что также подтверждает корректность построенной статистической модели.

Поскольку для проведения дискриминантного анализа использовался метод Уилкса, из исходной совокупности были отобраны следующие переменные: среднесписочная численность работников; величина акционерного капитала; величина выручки; величина совокупных активов; величина внеоборотных активов; запасы (включая запасы сырья и материалов, незавершенного производства и готовой продукции); добавленная стоимость; производительность труда; добавленная стоимость на одного работника; среднесписочная численность работников в одном подразделении; затраты на оплату труда; величина выручки, приходящаяся на одно подразделение.

Перечень отобранных переменных и значения коэффициентов дискриминантной функции для металлургических предприятий представлены в табл. 1. (для наглядности также приведены обозначения переменных и обозначения коэффициентов дискриминантной). Расчет значений дискриминантной функции для исследуемого металлургического предприятия осуществляется с использованием выражения (1) путем подстановки значений соответствующих переменных и коэффициентов дискриминантной функции.

Таблица 1.

Значения коэффициентов дискриминантной функции

№ п.п.	Наименование переменной ^[3]	Обозначение переменной	Обозначение коэффициента	Значение коэффициента
1	Константа	-	c	-0,743
2	Среднесписочная численность работников	x_1	a_1	$-5,43 \times 10^{-3}$
3	Величина акционерного капитала	x_2	a_2	$8,49 \times 10^{-9}$
4	Величина выручки	x_3	a_3	$9,59 \times 10^{-7}$
5	Величина совокупных активов	x_4	a_4	$-8,74 \times 10^{-7}$
6	Величина внеоборотных активов	x_5	a_5	$3,35 \times 10^{-6}$
7	Запасы	x_6	a_6	$1,52 \times 10^{-6}$
8	Добавленная стоимость	x_7	a_7	$1,30 \times 10^{-5}$
9	Производительность труда	x_8	a_8	$-8,55 \times 10^{-5}$
10	Добавленная стоимость на одного работника	x_9	a_9	$-1,19 \times 10^{-3}$
11	Среднесписочная численность работников в одном подразделении	x_{10}	a_{10}	$-1,94 \times 10^{-3}$

12	Затраты на оплату труда	x_{11}	a_{11}	$-1,40 \times 10^{-5}$
13	Величина выручки, приходящаяся на одно подразделение	x_{12}	a_{12}	$4,83 \times 10^{-7}$

Источник: Составлено автором.

Значения дискриминантной функции исследуемых металлургических предприятий, рассчитанные в центроидах соответствующих групп [4] представлены в табл. 2.

Определение границ соответствующих уровней развития проводилось относительно центроидов групп с учетом вероятности отнесения исследуемых металлургических предприятий к соответствующей группе и характеру распределения значений переменных внутри каждой группы.

Таблица 2.

Значения дискриминантной функции в центроидах групп

№ п.п.	Тип промышленного предприятия [5]	Значение дискриминантной функции
1	промышленное предприятие	-1,50
2	сеть промышленных предприятий / сегментированные предприятия	3,81
3	крупное предприятие / вертикально-интегрированная организация	41,19
4	горизонтально-интегрированная организация	161,37

Источник: Составлено автором.

В результате для исследуемых металлургических предприятий были получены следующие критерии отнесения к типам промышленных предприятий, в соответствии с моделью развития производственной структуры:

При значениях дискриминантной функции $D < -0,3$ исследуемое предприятие преимущественно относится к типу промышленное предприятие (см. табл. 2).

При значениях дискриминантной функции $-0,3 \leq D < 1$ исследуемое предприятие находится в «зоне перехода» (от промышленного предприятия к сети промышленных предприятий или сегментированному предприятию);

При значениях дискриминантной функции $1 \leq D < 9,3$ предприятие преимущественно относится к типу сеть промышленных предприятий / сегментированное предприятие.

В связи с тем, что в построенной ранее модели развития производственной структуры для металлургических предприятий к уровням развития «крупное предприятие / вертикально-интегрированная организация» и «горизонтально-интегрированная организация» были отнесены одно и два предприятия соответственно, статистически определить границы соответствующих уровней не представляется возможным. Однако учитывая существенную разницу в значениях дискриминантной функции в центроидах этих групп, отнесение предприятий к указанным выше уровням развития («крупное

предприятие / вертикально-интегрированная организация» или «горизонтально-интегрированная организация») не представляет сложности.

Заключение

Результаты проведенного исследования подтвердили выдвинутую автором научную гипотезу о возможности статистического прогнозирования предела достижимого роста с использованием дискриминантного анализа. Построенная для металлургических предприятий Чешской Республики статистическая модель показала высокую точность (99,7%). Это подтверждает возможность широкого использования построенной модели в качестве одного из инструментов управления долгосрочным развитием промышленных предприятий в соответствии с выбранной стратегией. Аналогичные модели могут быть построены и использованы для организаций других секторов экономики. Однако следует учитывать, что в построенной модели присутствуют абсолютные значения переменных, и при использовании такой модели для прогнозирования пределов достижимого роста промышленных предприятий в условиях значимого роста индекса цен, требуется соответствующая корректировка значений переменных.

[1] При условии, что для исследуемой отрасли модель развития производственной структуры не была построена ранее.

[2] В зависимости от используемого алгоритма.

[3] Значения финансовых показателей указаны в тыс. CZK, величина добавленной стоимости на 1 работника – в тыс. CZK / месяц

[4] Группы соответствуют уровням развития предприятий в соответствии с моделью развития производственной структуры

[5] В соответствии с моделью развития производственной структуры, адаптированной для сферы производства.

Библиография

1. Балясникова, Е.В. Применение дискриминантного анализа для диагностики кризисных ситуаций на предприятии [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 5. – С. 139-140.
2. Биннер, Х. Управление организациями и производством: от функционального менеджмента к процессному [Текст] / Хартмут Биннер; Пер. с нем. – М.: Альпина Паблишерз, 2010. – 282 с. (Серия "Производственный менеджмент"). EDN: QTVGRF.
3. Бобков, А.Л. Верификация модели эволюции производственной структуры металлургических предприятий Чешской Республики с использованием кластерного анализа [Текст] // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2022. – Т. 19. – № 3 (123). – С. 43-51. DOI: 10.21686/2413-2829-2022-3-43-51 EDN: TAVVKB.
4. Бобков, А.Л. Исследования закономерностей организационного развития: теория и практическое применение. Монография. [Текст] / А.Л. Бобков. – М.: Русайнс, 2022. – 176 с. EDN: LQXSRL.
5. Бобков, А.Л. Методологические подходы к управлению долгосрочным развитием организаций [Текст] // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2025. – Т. 22. – № 1 (139). – С. 168-176. DOI: 10.21686/2413-2829-2025-1-168-176 EDN: BMTAM.
6. Бобков, А.Л. Прогнозирование пределов достижимого роста организации с

- использованием ключевых предикторов организационной трансформации [Текст] // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2024. – Т. 21. – № 3 (135). – С. 30-37. DOI: 10.21686/2413-2829-2024-3-30-37 EDN: SQWZBS.
7. Бобков, А.Л. Прогнозирование пределов достижимого роста организации с использованием дискриминантного анализа [Текст] // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15. – № 2. – С. 1097–1112. DOI: 10.18334/errp.15.2.122652 EDN: GXHRTK.
8. Жданов, В.Ю., Жданов, И.Ю. Финансовый анализ предприятий с помощью коэффициентов и моделей: учебное пособие [Текст] / В.Ю. Жданов, И.Ю. Жданов. – М.: Проспект, 2024. – 176 с.
9. Винстон, У. Бизнес-моделирование и анализ данных. Решение актуальных задач с помощью Microsoft Excel. 5-е издание. [Текст] / Уэйн. – СПб.: Питер, 2019. – 864 с.
10. Дафт, Р., Мерфи, Дж., Уилмот, Х. Организационная теория и дизайн. [Текст] / Р. Дафт, Дж. Мерфи, Х. Уилмот. – СПб.: Питер, 2013. – 640 с.
11. Денисов, И.В., Бобков, А.Л. Управление развитием фирмы: экономико-технологический подход: монография [Текст] / И.В. Денисов, А.Л. Бобков. – М.: ФГБОУ ВПО "РЭУ им. Г. В. Плеханова", 2014. – 152 с.
12. Егунова, Н.В. Развитие организационной структуры предприятий на основе теории жизненных циклов [Текст] // Вестник Бурятского государственного университета. Философия. – 2011. – № 2. – С. 13-17. EDN: RSJKNO.
13. Еременко, К. Работа с данными в любой сфере. Как выйти на новый уровень, используя аналитику. [Текст] / Кирилл Еременко. – М.: Альпина Паблишер, 2021. – 304 с.
14. Казинцев, А. Технология развития производственной системы. [Текст] / А. Казинцев. – М.: Альпина PRO, 2024. – 504 с.
15. Кемерон, Э., Грин, М. Управление изменениями: Модели, инструменты и технологии. Пер. с англ. П. Тимофеев. [Текст] / Э. Кемерон, М. Грин. – М.: Добрая книга, 2006. – 360 с.
16. Кислицына, В.В. Дискриминантный анализ как инструмент классификации субъектов предпринимательства [Текст] // Наука и образование: новое время. – 2017. – № 2. – С. 50-58. EDN: YNWJWJ.
17. Грундиг, К.-Г. Проектирование промышленных предприятий. Принципы. Методы. Практика. [Текст] / Клаус-Герольд Грундиг. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 340 с. (Серия: Производственный менеджмент). EDN: QMFDRJ.
18. Матраева, Л.В. Прикладные статистические исследования в бизнес-аналитике: учебник. [Текст] / Л.В. Матраева. – М.: Белый ветер, 2022. – 198 с. EDN: ARDKKP.
19. Минцберг, Г. Менеджмент: природа и структура организаций [Текст] / Генри Минцберг; [пер. с англ. О.И. Медведь]. – М.: Эксмо, 2018. – 600 с. – (Библиотека Сбербанка. Т. 15).
20. Мюллер, Э., Шенк, М., Вирт, З. Планирование и эксплуатация промышленных предприятий. Рабочие методики для адаптивного, сетевого и ресурсосберегающего предприятия. Пер. с нем. [Текст] / Э. Мюллер, М. Шенк, З. Вирт. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 978 с.
21. Наследов, А. SPSS 19: профессиональный статистический анализ данных. [Текст] / А. Наследов. – СПб.: Питер, 2011. – 400 с. EDN: SDPZHL.
22. Паклин, Н.Б., Орешков, В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям: учебное пособие. – 2-е изд., испр. [Текст] / Н.Б. Паклин, В.И. Орешков. – СПб.: Питер, 2013. – 704 с.
23. Попов, В.Л., Ташкинов, А.Г. Механизм управления изменениями при развитии производственных систем [Текст] // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 12-3. – С. 757-760. EDN: VJWZMF.

24. Тихомиров, Д.А., Пинчук, А.Н. Статистический анализ данных. Практический курс в SPSS и Jamovi. Серия "Высшее образование". [Текст] / Д.А. Тихомиров, А.Н. Пинчук. – М.: Юрайт, 2024. – 294 с.
25. Фламгольц, Э., Рэндл, И. Управление стратегическим изменениями: от теории к практике [Текст] / Эрик Фламгольц, Ивон Рэндл; [пер. с англ. Н.Г. Яцюк]. – М.: ЭКСМО, 2012. – 320 с.

Результаты процедуры рецензирования статьи

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.

Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).

Предметом исследования статьи является нахождение пределов достижимого роста промышленной организации методов дискриминантного анализа, проведенное на примере металлургических предприятий.

Методология исследования состоит из комплекса различных научных методов, которые часто применяются в исследованиях в подобного рода, однако основным является статистический метод анализа - дискриминантный анализ, который позволяет статистически предсказать принадлежность объектов исследования к двум или нескольким заранее заданным группам этих объектов

Актуальность темы обусловлена необходимостью нахождения баланса между ростом предприятия и его устойчивостью, который затруднен в текущих экономических условиях. Видеть перспективы роста и развития предприятия в средне и долгосрочном периоде чрезвычайно важно для менеджмента предприятия, заинтересованного в его долгосрочном существовании.

Научная новизна состоит в разработанном автором методе статистического прогнозирования предела достижимого роста предприятия, полученном, на базе материала и исследований предшествующих исследований автора. Интересным представляется не только описание методики, но и ее апробация.

Стиль, структура, содержание. Стиль статьи выдержан как научный, а структура работы логична и последовательна, содержит как аналитическую часть, так и результаты, выводы и предложения.

Содержание статьи представляет собой результаты кропотливой и масштабной работы - так, автором было отобрано 363 металлургических предприятия при количестве переменных равным 12, что свидетельствует о большой трудоемкой работе.

В выводах автор резюмирует, что Результаты проведенного исследования подтвердили выдвинутую автором научную гипотезу о возможности статистического прогнозирования предела достижимого роста с использованием дискриминантного анализа. Выводы логичны и аргументированы.

Библиография подтверждает масштаб исследования автора, включает труды российских и зарубежных ученых и состоит из 25 источников.

Апелляция к оппонентам. Хотелось бы увидеть более конкретное описание данных, которые использовались в расчетах при построении модели, то есть на какую дату или за какой период из какого вида отчетности были взяты данные предприятий, сглаживались ли ряды данных исходя из сезонности или как-либо иначе. Не вполне ясно как данную модель перенести на анализ предприятий другой отрасли и какие потребуются корректировки в данном случае, отмеченные автором вскользь.

Выводы, интерес читательской аудитории. Практическое применение указанной методики позволяет количественно определить границы достижимого роста предприятия в рамках существующей производственной структуры, поэтому работа несмотря на некоторые вопросы, определено имеет не только научный, но и практический интерес и может быть использована как база для дальнейших исследований.

Статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным статьям, публикуемым в рецензируемых изданиях, и может быть рекомендована к публикации.