

УДК 658.152:631.11:005.52

UDC 658.152:631.11:005.52

**ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ В
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ОРГАНИЗАЦИЯХ****FACTOR ANALYSIS OF AGRICULTURAL
ORGANIZATIONS FIXED ASSETS USING
EFFICIENCY**

Резун Андрей Анатольевич
аспирант
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Rezun Andrey Anatolievich
postgraduate student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье дан обзор результатов факторного и корреляционно-регрессионного анализа, проведённого по ряду показателей сельскохозяйственных организаций центральной агро-экономической зона Краснодарского края

This publication contains the results observation of factor and correlation-regression analysis, which is conducted by series of agricultural organizations activities of the central agro-economical Krasnodar region zone

Ключевые слова: ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ, КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ, УРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ

Keywords: FACTOR ANALYSIS, CORRELATION-REGRESSION ANALYSIS, EQUATION OF LINE REGRESSION, FIXED ASSETS USING EFFICIENCY

Статистические методы исследования уже давно получили широкое применение во многих науках, в том числе и в экономике. Подобные методы применяются при анализе влияния на деятельность предприятия различных факторов (внешних, внутренних) и позволяют определить их значимость. Необходимость использования этих методов связано с тем, что изучение явлений окружающего мира, становясь более глубоким, требует выявления не только основных закономерностей, но и возможных случайных отклонений от них. В настоящее время нет практически ни одной области науки, в которой в той или иной степени не применялись бы методы статистического анализа.

Исследование зависимости случайных величин приводит к моделям регрессии и регрессионному анализу на базе выборочных данных. Теория вероятностей и математическая статистика представляют лишь инструмент для изучения статистической зависимости, но не ставят своей целью установление причинной связи. Представления и гипотезы о причинной

связи должны быть привнесены из другой теории, которая позволяет содержательно объяснить изучаемое явление [4].

Формально корреляционная модель взаимосвязи системы случайных величин $X' = (X_1, X_2, \dots, X_k)$ может быть представлена в следующем виде:

$$X = f(X, Z), \quad (1)$$

где Z – набор случайных величин, оказывающих влияние на изучаемые параметры.

Экономические данные почти всегда представлены в виде таблиц. Числовые данные, содержащиеся в таблицах, обычно имеют между собой явные (известные) или неявные (скрытые) связи. Явно связи – показатели, полученные методами прямого счета, т. е. вычисленные по заранее известным формулам - проценты выполнения плана, уровни, удельные веса, отклонения в сумме, отклонения в процентах, темпы роста, темпы прироста, индексы и т. д.

Связи второго типа (неявные) заранее неизвестны. Однако их можно прогнозировать, выявить и выразить в виде формул, т. е. математически смоделировать явления или процессы. Одну из таких возможностей предоставляет корреляционно-регрессионный анализ.

Использование корреляционно-регрессионного анализа позволяет установить тесноту взаимосвязей показателей при помощи коэффициентов корреляции. При этом обнаруживаются связи, различные по силе (сильные, слабые, умеренные и др.) и различные по направлению (прямые, обратные). При наличии существенных связей целесообразно найти их математическое выражение в виде регрессионной модели и оценить статистическую значимость модели. В экономике значимое уравнение используется, как правило, для прогнозирования изучаемого явления или показателя [1].

На основные средства сельскохозяйственных организаций влияет множество внешних и внутренних факторов. Для успешного

функционирования организации необходимо учитывать наиболее весомые из них.

Для установления корреляционной зависимости использовались данные за 2010 год по 194 сельскохозяйственным организациям центральной агроэкономической зоны Краснодарского края, в которую входят: города Краснодар, Армавир, Кропоткин, а так же районы Брюховецкий, Выселковский, Гулькевичский, Динской, Кавказский, Кореновский, Курганинский, Новокубанский, Приморско-Ахтарский, Тбилисский, Тимашевский, Усть-Лабинский, Успенский.

Корреляционно-регрессионный анализ и факторный анализ проводились с применением программ MS Excel 2007 и SPSS 12.

Генеральная выборка прошла эмпирический анализ и из неё были исключены организации, представившие заведомо ложные, ошибочные и не полные данные, а так же специфические хозяйства. В расчетную выборку вошли 174 организации.

Корреляционно-регрессионному анализу выборки предшествовал эмпирический отбор компонент, влияющих на фондоотдачу активной части основных средств. В результате данного отбора выявлено семь компонент, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компоненты факторной модели

Компонента	Показатель
X ₁	Доля активной части основных средств в общем объеме, %
X ₂	Доля механизаторов, %
X ₃	Коэффициент обновления активной части ОС
X ₄	Коэффициент износа активной части ОС
X ₅	Нагрузка пашни на 1 физический трактор, га
X ₆	Коэффициент выбытия
X ₇	Доходность на 1 физический трактор, руб.
Y	Фондоотдача активной части основных средств, руб.

Доля активной части основных средств (X_1) определяется отношением:

$$X_1 = \frac{\Phi_a}{\Phi_k} * 100, \quad (2)$$

где Φ_a - стоимость активной части основных средств (с вычетом амортизации) на конец отчетного периода;

Φ_k - стоимость основных средств на конец отчетного периода.

Доля механизаторов в среднесписочной численности персонала (X_2) равна:

$$X_2 = \frac{Ч_{мех}}{\bar{Ч}} * 100, \quad (3)$$

где $\bar{Ч}$ - среднесписочная численность персонала;

$Ч_{мех}$ - численность механизаторов.

Коэффициент обновления (X_3) активной части основных средств равен отношению суммы вновь вводимой активной части основных средств к их стоимости на конец периода:

$$X_3 = \frac{\Phi_{a\text{ нов}}}{\Phi_a}, \quad (4)$$

где $\Phi_{a\text{ нов}}$ - стоимость новых основных средств.

Коэффициент износа (X_4) активной части основных средств равен:

$$X_4 = \frac{A_a}{\Phi_a}, \quad (5)$$

где A_a - амортизация активной части основных средств.

Нагрузка пашни на один физический трактор (X_5) равна:

$$X_5 = \frac{S}{T}, \quad (6)$$

где S - площадь обрабатываемой пашни;

T - количество физических тракторов.

Коэффициент выбытия (X_6) равен отношению выбывших основных средств к их стоимости на начало отчетного периода:

$$X_6 = \frac{\Phi_{\text{выб}}}{\Phi_n}, \quad (7)$$

где $\Phi_{\text{выб}}$ – выбывшие основные средства за отчетный период;

Φ_n – стоимость основных средств на начало года.

Доходность на один физический трактор (X_7) равна:

$$X_7 = \frac{V}{T}, \quad (8)$$

где V – выручка за отчетный период.

Фондоотдача активной части основных средств (Y) задается отношением:

$$Y = \frac{V}{\overline{\Phi_a}}, \quad (9)$$

где $\overline{\Phi_a}$ - среднегодовая стоимость активной части основных средств.

Некоторые компоненты математической модели выражаются в разных величинах, а значит, имеет смысл привести их к общей безразмерной шкале значений от 0 до 1.

- компоненты X_1 и X_2 выражены в процентах, и приведены к общей шкале делением на 100;
- компонента X_5 выражается в гектарах на один трактор, и преобразована в безразмерную шкалу делением на наибольшую величину этого параметра в выборке - 707 га;
- компонента X_7 выражается в рублях, и приведена в безразмерную шкалу делением на наибольшую величину этого параметра в выборке - 74 677,1 руб.

Результирующий показатель - фондоотдача активной части основных средств (Y) - выражается в рублях. С целью сохранения возможности экстраполяции значений Y в разрабатываемой модели за

пределы максимальных значений выборки, этот показатель не преобразован в безразмерную шкалу.

Анализ парных коэффициентов корреляции показал, что все отобранные факторы могут быть включены в математическую модель. Данные о парных коэффициентах корреляции представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица корреляции парных коэффициентов по исследуемым факторам по хозяйствам Краснодарского края за 2010 год

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
X ₁	1						
X ₂	0,549	1					
X ₃	0,290	0,136	1				
X ₄	-0,707	-0,298	-0,347	1			
X ₅	0,216	0,163	0,044	-0,165	1		
X ₆	-0,109	-0,188	0,142	0,086	0,019	1	
X ₇	0,029	-0,075	0,070	-0,140	0,437	-0,087	1

Расчет коэффициента множественной корреляции $R = 0,712$ свидетельствует о тесной связи между результатами и факторным признаком. Коэффициент $R^2 = 0,51$, указывает на то, что фондоотдача активной части основных средств зависит от включенных в модель факторов на 51%. Данные регрессионного анализа представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Регрессионная статистика по исследуемым факторам

Показатель	Значение
Множественный R	0,712
R-квадрат	0,507
Нормированный R-квадрат	0,486
Стандартная ошибка	3,204
Наблюдения	174

Таблица 4 - Данные регрессионного анализа.

Переменная	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y	0,93	1,56	0,60	0,55	-2,15	4,01	-2,15	4,01
X ₁	-8,33	2,08	-4,01	0,00	-12,43	-4,23	-12,43	-4,23
X ₂	3,41	2,07	1,65	0,10	-0,67	7,49	-0,67	7,49
X ₃	4,18	1,70	2,46	0,02	0,82	7,53	0,82	7,53
X ₄	10,66	2,29	4,66	0,00	6,14	15,18	6,14	15,18
X ₅	-1,65	2,03	-0,82	0,42	-5,65	2,35	-5,65	2,35
X ₆	-3,26	3,18	-1,03	0,31	-9,53	3,01	-9,53	3,01
X ₇	22,71	3,18	7,14	0,00	16,43	28,98	16,43	28,98

Уравнение множественной регрессии по проведенному исследованию имеет следующий вид:

$$Y=0,93 -8,33X_1 +3,41X_2 +4,18X_3 +10,66X_4 -1,65X_5 -3,26X_6 +22,71X_7, (10)$$

Экономический смысл полученного уравнения множественной регрессии можно выразить следующим образом: увеличение коэффициента обновления активной части основных средств (X₃) от 0 до 1, приводит к увеличению фондоотдачи активной части основных средств на 3,41 руб, а увеличение коэффициента выбытия (X₆) от 0 до 1, приводит к снижению фондоотдачи на 3,26 руб.

Наибольший вес в формуле имеет показатель доходности на один физический трактор (X₇), который имеет прямую взаимосвязь с фондоотдачей активной части основных средств и составляет величину 22,71. Таким образом, с ростом доходности единицы техники, растёт и фондоотдача.

Так же большой вес в уравнении имеет коэффициент износа активной части основных средств (X₄), 10,66. С ростом коэффициента износа, растёт показатель фондоотдачи активной части основных средств. Увеличение коэффициента износа обычно означает ухудшение состояния

основных средств организации, но такая оценка не является достаточно объективной. На сумму амортизации большое влияние оказывает принятая в организации система начисления амортизации. Так же оборудование может находиться на консервации, в этом случае, хотя амортизация и продолжает начисляться, физический износ не происходит. Данный показатель позволяет сделать вывод, что организации предпочитают полностью использовать старое оборудование, чей ресурс практически выработан, а стоимость списана на амортизацию.

Доля активной части основных средств в общем объёме (X_1) так же имеет существенное влияние на уравнение, $-8,33$, однако отличается отрицательным знаком. Это объясняется тем, что расширение доли активной части основных средств не даёт быстрого прироста выручки, однако отражается на снижении фондоотдачи активной части основных средств. Таким образом, в краткосрочном периоде может наблюдаться снижение активной части основных средств.

Наименьшее влияние на уравнение регрессии имеет показатель нагрузки пашни на 1 физический трактор (X_5), составляющий величину $-1,65$.

Для наглядной демонстрации взаимосвязи реальных значений фондоотдачи активной части основных средств и рассчитанных значений уравнений регрессии построена диаграмма рассеивания (рис. 1). По оси X расположены значения фондоотдачи активной части основных средств. По оси Y – значения уравнения регрессии, рассчитанного по 7-ми факторной модели. На графике представлены малые, средние и крупные организации.

Как видно на диаграмме рассеивания, данное уравнение линейной регрессии объясняет 50,7% случаев (R^2).

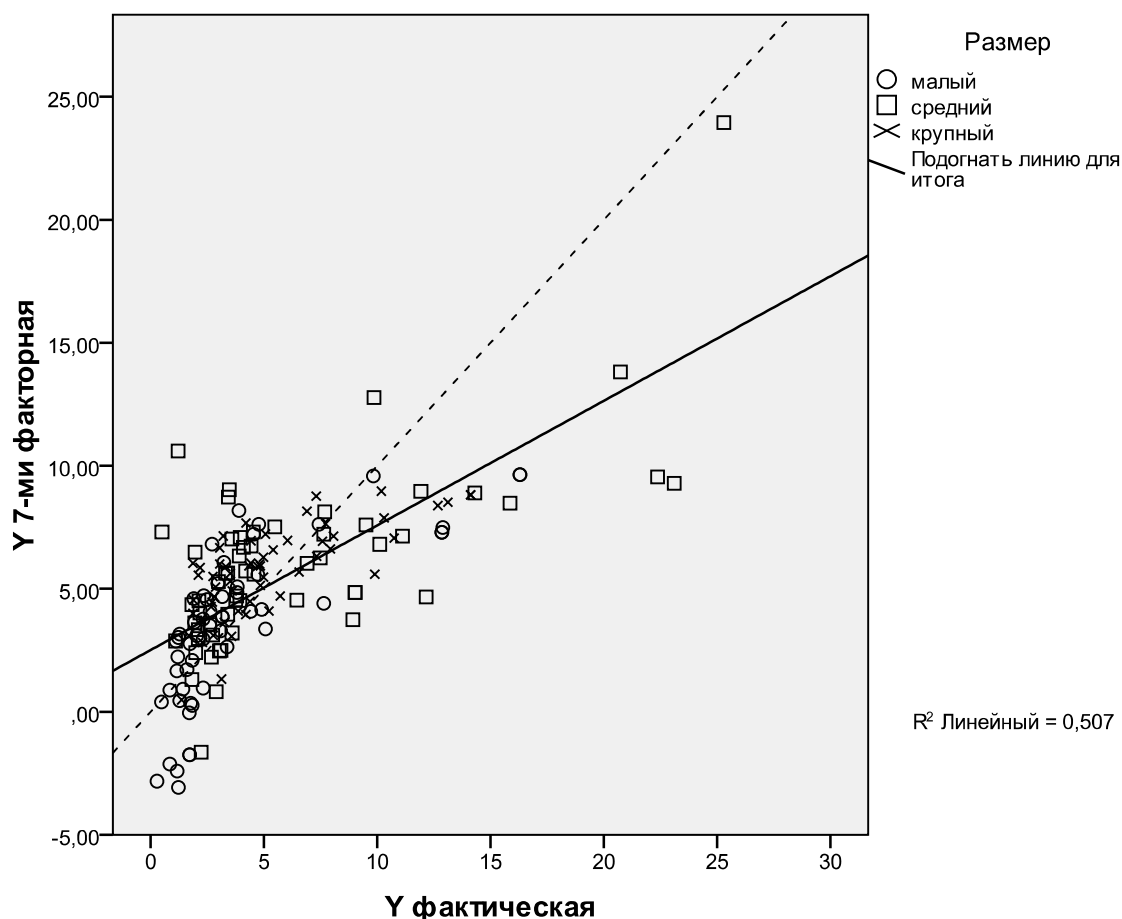


Рисунок 1 – Диаграмма рассеивания для уравнения регрессии по 7-ми факторной модели

Проведение факторного анализа позволило сократить количество анализируемых переменных, что облегчило анализ выборки. Данные по факторному анализу приведены в таблицах 5 и 6.

Степень применимости факторного анализа к данной выборке отражается мерой выборочной адекватности Кайзера-Мейера-Олкина. Мера адекватности больше 0,5, что говорит о приемлемом уровне адекватности данной выборки (таблица 5).

Критерий сферичности Бартлета проверяет отличие коэффициентов корреляции между переменными от 0 [5]. Значение p -уровня меньше 0,05

указывает статистическую значимость отличия коэффициента корреляции от 0 и соответственно, на приемлемость проведения факторного анализа. Данные, полученные в результате факторного анализа, объясняют 69,7% совокупной (общей) дисперсии.

Таблица 5 - Мера адекватности и критерий Бартлетта.

Мера выборочной адекватности Кайзера-Мейера-Олкина		0,573
Критерий сферичности Бартлетта	Приближенный хи-квадрат	276,691
	Статистические свойства	21
	Значение p	0,000

Корреляционная матрица 7 переменных подвергнута процедуре анализа по методу главных компонент. Извлечено три фактора с собственными значениями больше единицы. Эти факторы подверглись вращению по методу варимакс с нормализацией Кайзера. Анализ полученной матрицы повернутых компонент (таблица 6) позволил разделить имеющиеся переменные по трём группам факторов, исходя из наибольшей связи между ними. Каждому из полученных факторов было дано название, отражающее включенные в него переменные, имеющие наибольшее влияние.

Таблица 6 - Матрица повернутых компонент

Переменная	Компонента		
	F1	F2	F3
X ₁ - Доля активной части основных средств в общем объеме	0,901	0,037	0,083
X ₂ - Доля механизаторов	0,728	-0,265	-0,062
X ₃ - Коэффициент обновления активной части основных средств	0,437	0,648	0,041
X ₄ - Коэффициент износа активной части основных средств	-0,791	-0,181	-0,170
X ₅ - Нагрузка пашни на 1 физический трактор	0,166	-0,005	0,807
X ₆ - Коэффициент выбытия основных средств	-0,230	0,807	-0,047
X ₇ - Доходность трактора	-0,040	-0,009	0,875

Изучив взаимосвязь переменных, представленных в таблице 6, можно сделать ряд выводов.

Компонента F1 «Доля активной части основных средств».

1) Наблюдается прямая взаимосвязь между долей активной части основных средств (x_1) и долей механизаторов (x_2), при высоких значениях коэффициентов корреляции (0,901 и 0,728 соответственно). Связь логически понятна, так как большее количество техники требует большего количества механизаторов.

2) Выявлена обратная взаимосвязь коэффициента износа активной части основных средств (x_4) с переменными x_1 и x_2 . значение коэффициента корреляции составляет -0,791. Действительно, с ростом доли активной части основных средств, происходит снижение коэффициента износа, за счёт приобретения новых средств производства.

3) Первый фактор (F1) можно интерпретировать как «Доля активной части основных средств», так как переменные, связанные с этим явлением, имеют по нему самые высокие нагрузки.

Компонента F2 «Выбытие основных средств».

1) Наблюдается прямая взаимосвязь между коэффициентами обновления активной части основных средств (x_3) и выбытием основных средств (x_6), что обусловлено высоким уровнем корреляции (0,648 и 0,807 соответственно)

2) Интенсивное обновление основных средств сопровождается более интенсивным списанием старой техники.

3) Второй фактор (F2) можно интерпретировать как «Выбытие основных средств», так как переменные, связанные с этим явлением, имеют самые высокие нагрузки.

Компонента F3 «Обеспечение пашни».

1) Наблюдается прямая взаимосвязь между показателями нагрузки пашни (x_5) и доходности на один физический трактор (x_7). Данные переменные демонстрируют высокий уровень корреляции (0,807 и 0,875 соответственно).

2) Эта взаимозависимость объясняется тем, что с ростом нагрузки на единицу техники увеличивается и доходность с этой единицы техники.

3) Третий фактор (F3) можно интерпретировать как «Обеспечение пашни».

Проведём корреляционно-регрессионный анализ полученной факторной модели.

Таблица 7 - Регрессионная статистика по исследуемой факторной модели.

Показатель	Значение
Множественный R	0,560
R-квадрат	0,314
Нормированный R-квадрат	0,302
Стандартная ошибка	3,734
Наблюдения	174

Таблица 8 - Данные регрессионного анализа факторной модели.

Переменная	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y	5,09	0,28	17,97	0,00	4,53	5,64	4,53	5,64
F ₁	-2,20	0,28	-7,73	0,00	-2,76	-1,64	-2,76	-1,64
F ₂	-0,30	0,28	-1,06	0,29	-0,86	0,26	-0,86	0,26
F ₃	1,16	0,28	4,10	0,00	0,60	1,72	0,60	1,72

Данные регрессионного анализа факторной модели представлены в таблицах 7 и 8.

Регрессионный анализ показал, что коэффициент множественной корреляции $R = 0,56$, свидетельствует о тесной связи между результатами и факторным признаком. Однако, значение коэффициента $R^2 = 0,314$, указывает на то, что фондоотдача активной части основных средств зависит от включенных в модель факторов только на 31,4%. Снижение точности вызвано переходом от 7-ми факторной модели к 3-х факторной.

Уравнение множественной регрессии для 3-х факторной модели имеет вид:

$$Y = 5,09 - 2,2F_1 - 0,3F_2 + 1,16F_3, \quad (11)$$

где F_1 – доля активной части основных средств;

F_2 – выбытие основных средств;

F_3 – обеспечение пашни.

Наибольшее влияние на полученное уравнение регрессии имеет компонента F_1 «доля активной части основных средств» (-2,2) и отличается обратной взаимосвязью с результирующим Y . Это подтверждает вывод, полученный из уравнения множественной регрессии по 7-ми факторной модели.

Компонента F_3 «обеспечение пашни», имеет второй по величине вес в уравнении и составляет 1,16. Компонента имеет прямую взаимосвязь с фондоотдачей активной части основных средств, что так же подтверждает ранее сделанный вывод.

Наименьший вес в уравнении имеет компонента F_2 «выбытие основных средств» (-0,3).

Для демонстрации взаимосвязи значений фондоотдачи активной части основных средств и рассчитанных значений по 3-х факторному уравнению регрессии построим диаграмму рассеивания (рис. 2). По оси X расположены фактические значения фондоотдачи активной части основных средств. По оси Y – значения 3-х факторного уравнения регрессии.

Как видно на диаграмме рассеивания, данное уравнение линейной регрессии объясняет 31,4% случаев (R^2).

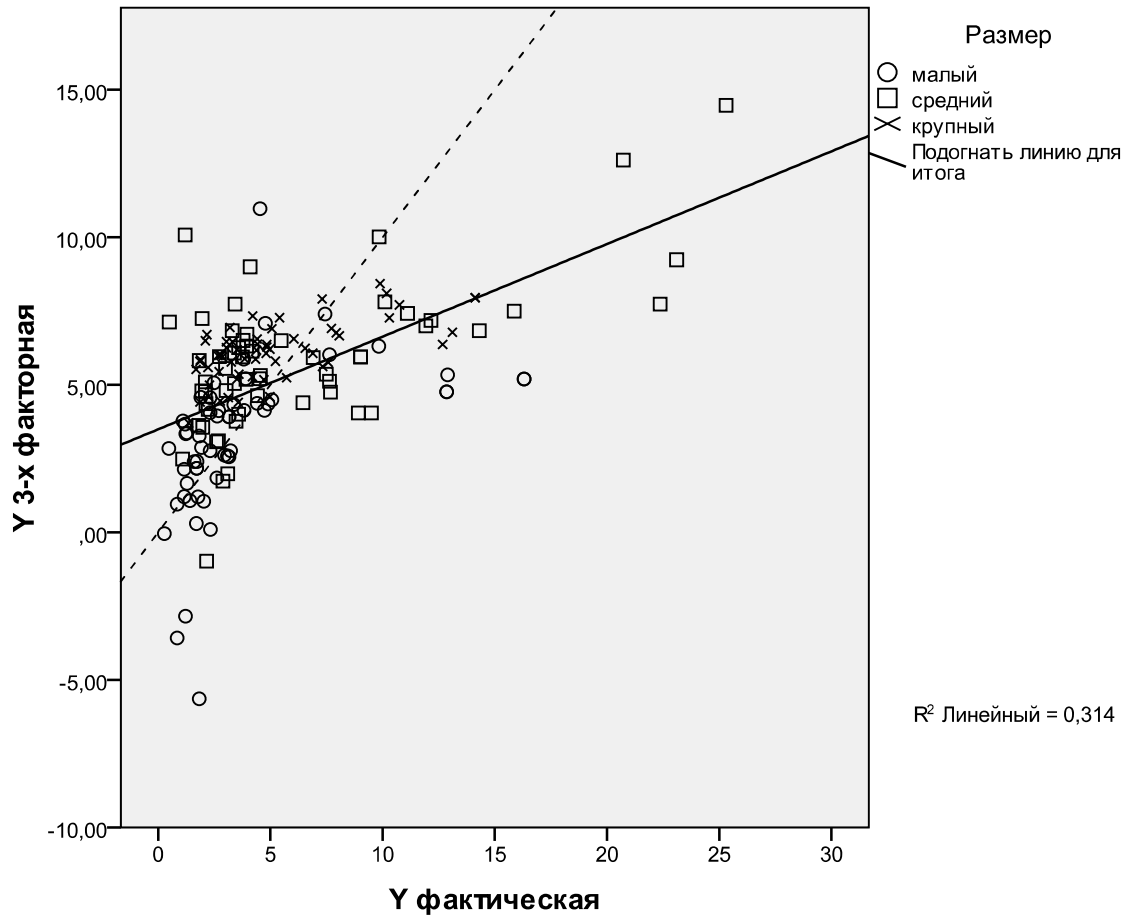


Рисунок 2 – Диаграмма рассеивания для уравнения регрессии по 7-ми факторной модели

Сравним значения Y , рассчитанные по уравнениям множественной регрессии 7-ми факторной и 3-х факторной моделей (рис. 3)

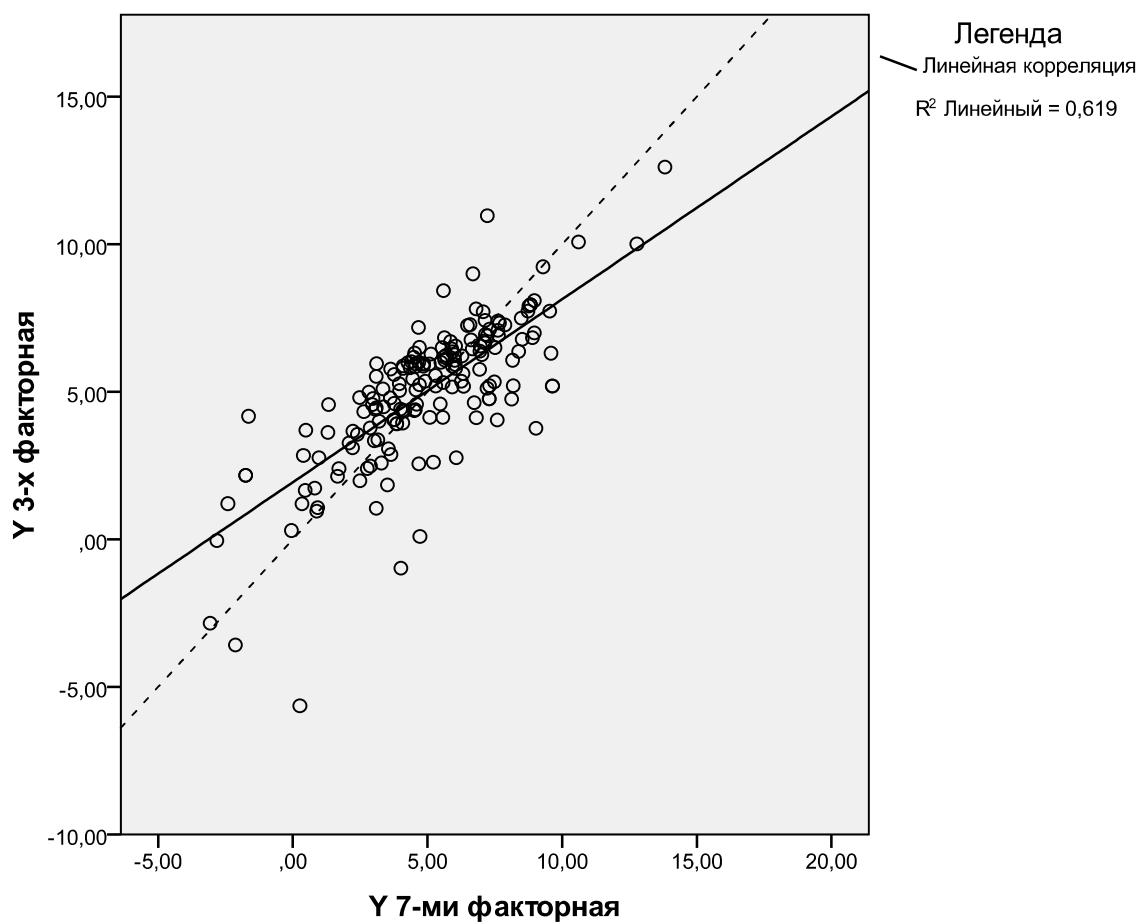


Рисунок 3 – Диаграмма рассеивания для уравнений регрессии по 7-ми факторной и 3-х факторной моделям

Таким образом, можно сделать вывод, что расчёт влияния различных факторов на показатель фондоотдачи активной части основных средств целесообразно проводить по 7-ми факторной модели. Однако 3-х факторная модель хорошо отражает основные тенденции и структуру влияния факторов на результирующий признак.

Сравнительный анализ полученных моделей с точки зрения применимости для различных видов исследования, инвестиционных расчетов, практического использования в области бизнес-планирования выполнен в табличной форме (табл. 9)

Таблица 9 – Сравнительный анализ 7-ми факторной и 3-х факторной моделей.

Показатель	7-ми факторная модель	3-х факторная модель
Инвестиционный проект	+	
Бизнес-план	+	+
Презентация проекта		+
Прогноз влияния факторов на фондоотдачу активной части основных средств	+	

Таким образом, каждая из разработанных моделей имеет свою область практического применения.

Литература

1. Г.В.Савицкая «Анализ хозяйственной деятельности» Минск ООО «Новое знание», 2002
2. Маркин Ю.П. «Теория анализа хозяйственной деятельности», М.: КНОРУС, 2006
3. В.Я. Горфинкель, В.А. Швандар «Экономика предприятия», М.: ЮНИТИ, 2007
4. Б. И. Башкатов, Д. В. Дианов «Прикладная статистика», М.: ЭЛИТ, 2006
5. Д. Таганов «SPSS: статистический анализ в маркетинговых исследованиях», Питер, 2005