

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2014 Сычев Марат Иванович

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

E-mail: deathsmi@mail.ru

Рассмотрены подходы к оценке экономического потенциала предприятия, и предложена модель оценки экономического потенциала предприятия.

*Ключевые слова:* экономический потенциал предприятия, потенциал, модель оценки потенциала.

Экономический потенциал региона (ЭПР) является неотъемлемой частью в системе организации всего национального хозяйства, также в региональной организации и производственной. ЭПР представляет собой всю мощь экономики региона, ее отраслей, предприятий, народных хозяйств, которые занимаются, в свою очередь, производственно-экономической деятельностью, в частности, выпускают готовую продукцию, товары, услуги, удовлетворяют потребности населения, обеспечивают развитие производства и потребление.

Для поддержания и создания необходимой мощи региона необходим основополагающий “показатель” - экономический потенциал предприятия (ЭПП).

Как таковой единой и объективной оценки ЭПП нет. Каждая организация имеет ряд отличий: количеством и видом трудовых, производственных, информационных, финансовых и так далее ресурсов. Финансовые ресурсы - особый специфический вид ресурсов, которые регионы получают в ходе разделения ВРП, а предприятия - при помощи разделения денежных средств на собственные и (или) заемные. В свою очередь, показатель региона является одним из основных макроэкономических показателей системы национальных счетов, а показатель предприятия - одной из основных величин, показывающих состояние капитала и способность саморазвития.

Ни для кого не секрет, что экономика, а также наш бюджет, регион, хозяйствующий субъект в большей степени зависят от количества и вида сырьевых компонентов, которым они обладают. Но известно, что все запасы рано или поздно закончатся, и поэтому вопрос о рациональности и эффективности использования региональных ресурсов как никогда актуален.

Наличие и оценка имеющихся ресурсов еще не гарантия результата, так как для начала ресурсы надо реализовать или воспользоваться ими. И даже после этого уровень доходов может меняться, и очень значительно, в зависимости от вида ресурса, спроса и предложения на него.

Для оценки экономического потенциала предприятия воспользуемся рядом показателей, т.е. составной частью содержания экономического потенциала:

- финансовый потенциал;
- производственный потенциал;
- трудовой потенциал;
- инновационный потенциал;
- маркетинговый потенциал;
- инвестиционный потенциал.

Фактически обычно оцениваются не способности и возможности развития предприятия, а достигнутый уровень его развития в текущий момент. Но нельзя сказать, что достигнутый уровень не есть тот показатель, которым стоит пренебрегать. Четкое понимание состояния предприятия в тот или иной момент времени в процессе деятельности послужит хорошим основанием для успешной диверсификации структуры дальнейшего развития предприятия.

При оценке потенциала предприятия использование проанализированного инструментария позволяет нам составить иерархическую структуру всех показателей и объединить элементы в одну систему показателей, характеризующих уровни ЭПП. Вся система показателей экономического развития предприятия представляет собой сложную структуру со многими частными показателями.

Выделяют четыре подхода к оценке экономического потенциала предприятия (см. таблицу).

Сравнительная характеристика подходов к оценке экономического потенциала предприятия

Подходы	Методики оценки	Достоинства	Недостатки
Отраслевой	Метод капитализации, балльный метод	Выявляются наиболее значимые для региона отрасли	Раскрывается один из аспектов экономического потенциала - способность проявлять производственную функцию. Не учитывает возможности влияния отраслей
Ресурсный	Рентный подход, затратный для оценки трудовых ресурсов	Оцениваются ресурсы, которыми располагает регион. Их наличие влияет на экономический потенциал независимо от того, используются они или нет	Не учитываются способности региона к эффективному использованию имеющихся ресурсов
Результативный	Многофакторный, корреляционно-регрессионный анализ	Учитываются способности региона к эффективному использованию имеющихся ресурсов	Проблемы в определении значимости, весомости тех или иных социально-экономических показателей по участию в формировании результата
Рейтинговый	Балльный метод, индексный метод, методика рейтинговой оценки, типология регионов	Интегральная оценка учитывает все составляющие социально-экономического потенциала: наличие ресурсов, потенциал экономического развития региона, потенциал готовности региона к реформированию	Нет отражения структуры потенциала

Анализ экономической литературы позволил сделать вывод о том, что в настоящее время не существует универсального показателя и, тем более, общепринятой методики оценки экономического потенциала предприятия. Как правило, экономический потенциал предприятия находит свое количественное выражение в уровне экономического развития (прежде всего, в виде финансовой независимости). А наиболее распространенными же методиками оценки экономического потенциала предприятия являются основанные на результативных подходах.

Для оценки экономического потенциала предприятия и определения дальнейшего прогнозного значения необходимо составить модель с использованием математических операций.

Одной из задач при разработке модели является включение всех переменных и функциональных показателей предприятия в виде:

$$y_j = f_j(x_1, x_2, \dots, x_M); j = \overline{1, K}, \quad (1)$$

где  $y_j$  -  $j$ -й показатель функционирования предприятия;  
 $K$  - количество результативных показателей предприятия;

$x_i$  -  $i$ -й фактор, влияющий на функционирование предприятия;

$M$  - общее количество экономических факторов.

По зависимостям можно определить степень влияния производственно-экономических факторов на такие показатели, как эффективность функционирования, коэффициент эластичности, бета-коэффициенты.

Для оценки экономического потенциала предприятия предложим модель, состоящую из нескольких этапов (см. рисунок).

1. Выбор ряда основополагающих показателей для оценки экономического потенциала предприятия, из которых, в свою очередь, можно выделить три, на наш взгляд, важных потенциала, таких как финансовый, производственный и маркетинговый, которые наиболее цело покажут фактический набранный уровень предприятия. В статье мы рассмотрим только один из потенциалов - финансовый, т.е. опишем модель со стороны финансового анализа.

2. Сбор исходных статистических данных (ИСД) за 5 лет.

3. Вычисление основных статистических данных: оценок математических ожиданий (средних); средних квадратических (стандартных) отклонений; коэффициентов вариаций; ошибок вычисления средних значений; медиан; асимметрий и эксцессов и их ошибок; построение доверительных интервалов.

4. Оценка закона распределения ИСД.

5. Временное прогнозирование.

6. Вычисление коэффициентов корреляции.

7. Получение уравнений регрессии, представляющих собой зависимость результативных показателей эффективности работы предприятия от влияющих на него производственно-экономических факторов.

8. Оптимизация полученных значений трех потенциалов с целью сведения их в единую мо-

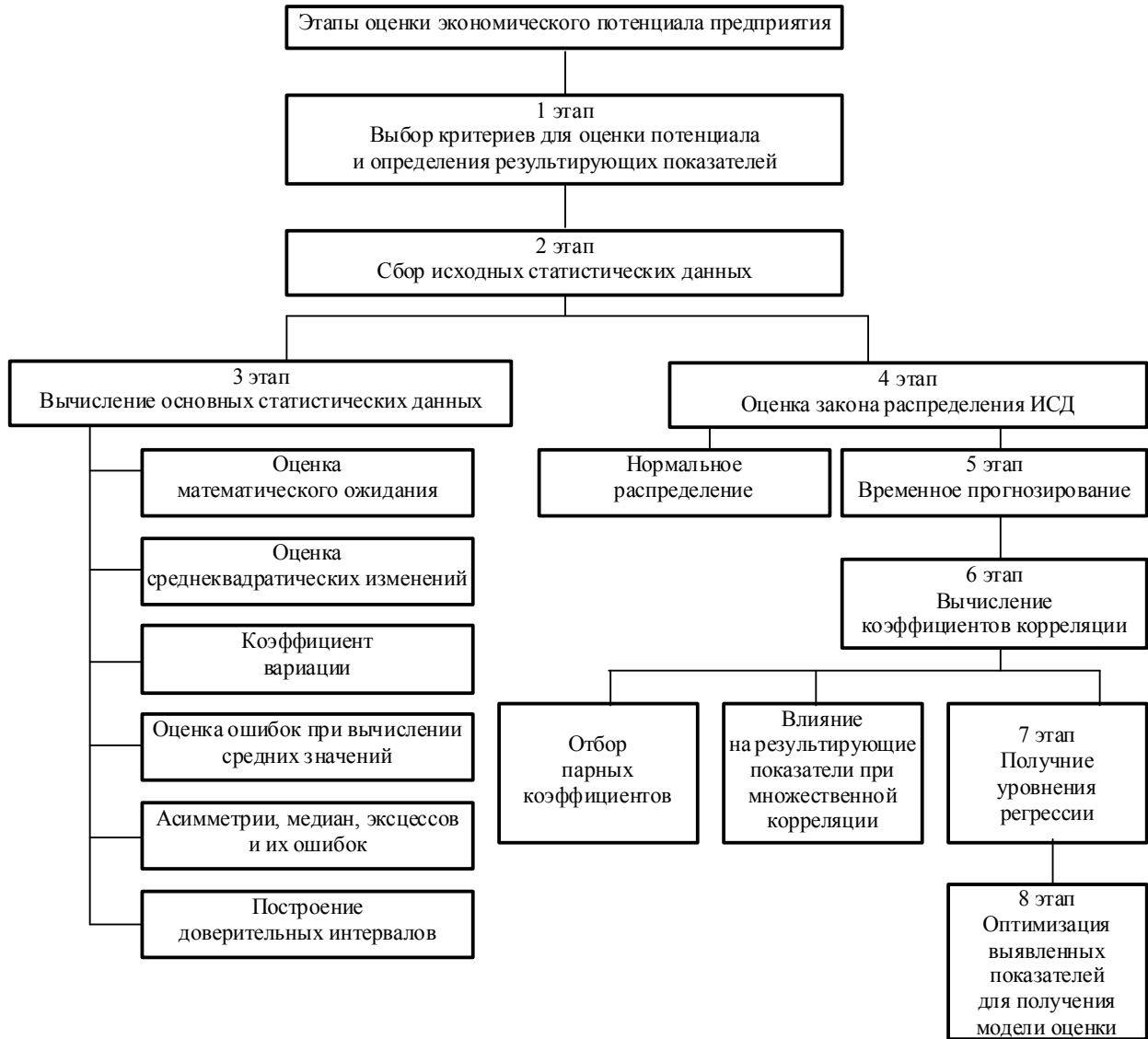


Рис. Модель оценки экономического потенциала предприятия

дель, тем самым представится возможность оценить предприятия.

В статье описание модели будет производиться до 7-го этапа - получения уравнения регрессий - ввиду того, что просчитывается лишь один потенциал из трех выше упомянутых.

Итак, **на первом этапе** нам необходимо выбрать ряд показателей финансового анализа, которые наиболее ярко отразят суть и текущее состояние предприятия.

Таки образом, для исследования финансового состояния предприятия взяты следующие результаивные показатели эффективности функционирования предприятия -  $y_j, j = \overline{1, K}$  :

- выручка от продаж;
- себестоимость продаж;

- коммерческие расходы;
- управленческие расходы;
- прибыль от продаж;
- проценты к получению;
- проценты к уплате;
- прочие доходы;
- прочие расходы;
- прибыль до налогообложения;
- текущий налог на прибыль;
- изменение отложенных налоговых обязательств;
- чистая прибыль;
- EBITDA и др.

Форма №1 “Бухгалтерский баланс” и форма №2 “Отчет о финансовых результатах” являются основными бухгалтерскими документами при формировании показателей для финансового ана-

лиза предприятия. Для наглядности ИСД можно представить и в виде графиков - временных. И так как взятым переменным свойственны черты непрерывности и количественности, правильно и целесообразно будет воспользоваться регрессионным анализом.

На **втором этапе** собираем исходные значения отчетности для вычисления основных статистических данных.

На **третьем этапе** стоит задача в “описании” переменных, так как значения их распределения показывают, в какие интервалы и с какой частотой они попадают при взаимодействии друг с другом. Также необходимо будет произвести оценку подчинения при помощи нормального закона выбранных значений переменных. Поможет нам в этом и даст представление о распределении случайных величин анализ основных статистических характеристик, это:

- Среднее арифметическое значение отобранных факторов:

$$\bar{v}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_{ij}; \quad j = \overline{1, M+K}, \quad (2)$$

где  $n$  - количество учитываемых временных интервалов;

$M$  - количество производственно-экономических факторов;

$K$  - количество результативных показателей эффективности;

$v_{ij}$  - значение  $j$ -й переменной на  $i$ -м временном интервале;

$\bar{v}_j$  - среднее арифметическое значение  $j$ -й переменной по  $n$  учитываемым интервалам времени;

$i$  - номер строки в таблицах исходных данных;

$j$  - номер столбца в таблицах исходных данных.

- Стандартное отклонение (оценка среднего квадратического отклонения) - это мера того, насколько широко распределены экспериментальные данные относительно их среднего значения:

$$\sigma_j^* = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n v_{ij}^2 - (\sum_{i=1}^n v_{ij})^2}{n^2}}; \quad j = \overline{1, M+K}. \quad (3)$$

- Дисперсия - квадрат среднего квадратического отклонения:

$$\sigma_j^{*2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_{ij}^2 - \bar{v}_j^2; \quad j = \overline{1, M+K}. \quad (4)$$

- Стандартная ошибка среднего - отношение стандартного отклонения к корню квадратному

из количества учитываемых временных интервалов:

$$S_j = \frac{\sigma_j^*}{\sqrt{n}}; \quad j = \overline{1, M+K}. \quad (5)$$

- Медиана - возможное значение признака, которое делит ранжированную совокупность (вариационный ряд выборки) на две равные части: 50 % “нижних” единиц ряда данных будут иметь значение признака не больше, чем медиана, а 50 % “верхних” - значения признака не меньше, чем медиана<sup>1</sup>:

$$P\{Me_j \leq v_j\} = P\{Me_j > v_j\} = 0,5; \quad j = \overline{1, M+K}. \quad (6)$$

- Асимметрия характеризует степень несимметричности распределения относительно его среднего. Для нормального закона асимметрия равна нулю. Положительная асимметрия указывает на отклонение распределения в сторону положительных значений. Отрицательная асимметрия указывает на отклонение в сторону отрицательных значений<sup>2</sup>. Оценка асимметрии вычисляется по формуле

$$a_j = \frac{n}{(n-1) \cdot (n-2)} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{v_{ij} - \bar{v}_j}{\sigma_i} \right]^3; \quad j = \overline{1, M+K}. \quad (7)$$

Стандартная ошибка асимметрии:

$$S_{ac} = \sqrt{\frac{6(n-1)n}{(n-2)(n+1)(n+3)}}. \quad (8)$$

- Эксцесс характеризует относительную остроконечность или сглаженность распределения по сравнению с нормальным распределением. Для нормального распределения эксцесс равен нулю. Положительный эксцесс соответствует относительно остроконечному распределению. Отрицательный эксцесс соответствует относительно сглаженному распределению<sup>3</sup>:

$$\varepsilon_j = \left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{v_{ij} - \bar{v}_j}{\sigma_j} \right]^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}; \quad j = \overline{1, M+N}. \quad (9)$$

Средняя ошибка эксцесса:

$$S_{экс} = \sqrt{\frac{24n(n-1)^2}{(n-3)(n-2)(n+3)(n+5)}}. \quad (10)$$

- Коэффициент вариации - отношение стандартной ошибки к среднему значению:

$$\beta_j = \frac{\sigma_j^*}{v_j} \quad (11)$$

Минимум - минимальное значение.

Максимум - максимальное значение.

В конечном итоге, определив отношение стандартной ошибки к среднему значению, разницу между медианой и средним значением, асимметрию и эксцесс, покажем адекватность применения той или иной статистической модели и выведение показателей, требующих расчета закона распределения.

На **четвертом этапе** осуществляется оценка закона распределения. При рассмотрении случайных величин в обычной ситуации функция их распределения бывает неизвестной. Выведен и разработан класс таких функций, которые дадут возможность описать приближенно рассматриваемые нами величины.

В статье представим один из законов распределения - нормальное распределение и при необходимости функции Лапласа. Существуют и иные виды распределений, которые также применимы для расчетов.

Функция плотности нормального закона имеет вид

$$f(v_j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_j} \exp\left(-\frac{(v_j - \bar{v}_j)^2}{2\sigma_j^2}\right); \quad j = \overline{1, M+K}. \quad (12)$$

Значения гипотетической функции распределения находятся по статистическим таблицам<sup>4</sup>.

$$F(v_{ij}) = \Phi^*\left(\frac{v_{ij} - \bar{v}_j}{\sigma_j}\right); \quad j = \overline{1, M+K}; \quad i = \overline{1, n}. \quad (13)$$

Если коэффициент доверия  $P_\kappa$  по предположению о нормальности эмпирического распределения, который можно найти по статистическим таблицам, например в<sup>5</sup>, не меньше 0,20, то предположение о нормальности не отвергается. Если  $P_\kappa < 0,20$ , то предположение о нормальности рекомендуется отвергнуть<sup>6</sup>.

Соответствие распределений (гипотетического и эмпирического) можно проследить, исходя из графиков, а вследствие анализа "нормальности" можно воспользоваться критерием согласия Колмогорова - Смирнова, используемым в пакете прикладных программ (ППП) StatSoft Statistica 6.0.

$$K_j = \sqrt{n} \cdot \max[d_j] = \sqrt{n} \cdot \max|F^*(v_{ij}) - F(v_{ij})|;$$

$$j = \overline{1, M+K}; \quad i = \overline{1, n}, \quad (14)$$

где  $F^*(v_{ij})$  - эмпирическая функция распределения  $j$ -й переменной для  $i$ -го значения;

$F(v_{ij})$  - гипотетическая функция распределения  $j$ -й переменной для  $i$ -го значения;

$d_j$  - абсолютная величина разности между эмпирической и гипотетической функциями распределения  $j$ -й переменной.

Что касается коэффициента доверия, то его найдем по статистическим таблицам<sup>7</sup>.

**Этап пятый** - временное прогнозирование.

При наличии поквартальных данных за пять лет работы предприятия целесообразно использовать наиболее применяемые на практике методы прогнозирования. Если имеющиеся значения ИСД поквартальные и не менее чем за пять лет, часто используется метод Бокса - Дженкинса, названный по имени предложивших его ученых<sup>8</sup>. В нем указаны общая тенденция изменения прогнозируемых параметров и их сезонная составляющая. Он реализован в виде соответствующей процедуры ARIMA в ППП StatSoft Statistica 6.0. Как и в случае с законом распределения, предлагаются иные виды прогнозирования, такие как точечное и интервальное, использующие при парной линейной регрессии и безусловное, и условное прогнозирование, они применяются при множественной регрессии.

**Этап шестой.** Зависимости связей между переменными охарактеризовывают парными коэффициентами линейной корреляции или множественной корреляции, вычисляемыми по формуле (для парной линейной корреляции)<sup>9</sup>

$$r_{ij} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{g=1}^n v_{gi} v_{gj} - \frac{1}{n} \sum_{g=1}^n v_{gi} \cdot \frac{1}{n} \sum_{g=1}^n v_{gj}}{\sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{g=1}^n v_{gi}^2 - \left(\frac{1}{n} \sum_{g=1}^n v_{gi}\right)^2\right) \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{g=1}^n v_{gj}^2 - \left(\frac{1}{n} \sum_{g=1}^n v_{gj}\right)^2\right)}}; \quad (15)$$

$$i = \overline{1, M+K}; \quad j = \overline{1, M+K},$$

где  $n$  - количество учитываемых интервалов времени;

$M$  - количество производственно-экономических факторов  $x_i$  ( $x_j$ );

$K$  - количество результативных показателей эффективности  $y_i$  ( $y_j$ );

$v_{ig}$  ( $v_{jg}$ ) - значение  $i$ -й ( $j$ -й) переменной на  $g$ -м учитываемом интервале времени.

Парные коэффициенты линейной корреляции принимают значения от -1 до +1. Значение, близкое к +1, указывает на наличие положительной, близкой к линейной зависимости между переменными. Значение, близкое к -1, указывает на наличие отрицательной, близкой к линейной зависимости между переменными. Значение, близкое к 0, указывает на независимость переменных друг от друга. Для более достоверной оценки гипотезы о линейности можно использовать математический аппарат, изложенный в<sup>10</sup>, при допущении о нормальности распределения коэффициентов линейной корреляции.

Вычисляется стандартная ошибка оценки коэффициента корреляции:

$$S_{cmij} = \frac{\sqrt{1-r_{ij}^2}}{\sqrt{n-2}}; \quad i = \overline{1, M+K}; \quad j = \overline{1, M+K}, \quad (16)$$

где  $n$  - количество учитываемых временных интервалов;  
 $r_{ij}$  - коэффициент линейной корреляции между  $i$ -й и  $j$ -й переменными.

По статистическим таблицам для уровня значимости 0,05<sup>11</sup> и количества степеней свободы  $n-2$  находим критическое значение  $t_{крит}$ . Вычисляется критерий Стьюдента:

$$t_{ij} = \frac{r_{ij}}{S_{cmij}}; \quad i = \overline{1, M+K}; \quad j = \overline{1, M+K}. \quad (17)$$

Если вычисленное значение  $|t_{ij}| > |t_{крит}|$ , то считается, что имеющиеся статистические данные не противоречат предположению о наличии существенной связи между  $i$ -й и  $j$ -й переменными,  $i = \overline{1, M+K}$ ,  $j = \overline{1, M+K}$ , в противном случае предположение о существенности зависимости между переменными следует отвергнуть.

Путем несложных преобразований (16) и (17) можно получить формулу для непосредственного вычисления критического значения коэффициента линейной корреляции, начиная с которого и выше его по абсолютной величине связь между переменными можно считать существенной.

$$r_{крит} = \pm \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + n - 2}}; \quad i = \overline{1, M+K}; \quad j = \overline{1, M+K}, \quad (18)$$

где  $r_{крит}$  - критическое значение критерия Стьюдента для рекомендуемого уровня значимости  $\alpha = 0,05$ , определяемого по статистическим таблицам при  $n-2$  степенях свободы<sup>12</sup>;  
 $n$  - количество значений в ИСД.

**Седьмой этап** - построение уравнений регрессии.

Итак, все переменные, использованные для исследования, являются количественными и непрерывными величинами, поэтому в нашем случае целесообразно применить регрессионный анализ<sup>13</sup>, рассмотрим метод наименьших квадратов (МНК)<sup>14</sup>:

$$\sum_{i=1}^n (y_{ij} - f_j(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iM}))^2 \rightarrow \min, \quad (19)$$

где  $y_{ij}$  - экспериментальное значение  $j$ -го результативного показателя эффективности на  $i$ -м учитываемом интервале времени;

$f_j(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iM})$  - значение  $j$ -го результативного показателя эффективности на  $i$ -м учитываемом интервале времени, вычисленное по аппроксимирующей зависимости;

$n$  - количество учитываемых интервалов времени;  
 $M$  - количество производственно-экономических факторов.

Для нормальной оценки качества аппроксимации используем показатели, основанные на дисперсионном анализе<sup>15</sup>. Отметим, что если МНК не накладывает на исходные данные каких-либо ограничений<sup>16</sup>, то, в отличие от дисперсионного анализа, требуется "нормальность" анализируемых статистических данных.

На получаемые уравнения регрессии наложены следующие ограничения:

1. Количество степеней свободы:

$$n - Q_j \geq 1; \quad j = \overline{1, K}, \quad (20)$$

где  $Q_j$  - количество переменных в  $j$ -м уравнении регрессии.

2. Отношение стандартной ошибки к среднему значению должно быть не более 0,05:

$$\frac{S_i}{y_j} \leq 0,05; \quad j = \overline{1, N}. \quad (21)$$

3. Уровень значимости множественного коэффициента детерминации, показывающего в долях от единицы, насколько изменение переменных, вошедших в уравнение регрессии, определяет изменение показателя эффективности, не должен превышать 0,05:

$$P_{R_j^2} \leq 0,05; \quad j = \overline{1, K}. \quad (22)$$

4. Уровень значимости уравнения регрессии по критерию Фишера должен быть не более 0,05:

$$P_{f_j} \leq 0,05 ; j = \overline{1, K} . \quad (23)$$

5. Все коэффициенты уравнения регрессии должны иметь уровень значимости по критерию Стьюдента не более 0,05.

$$P_{St_{ij}} \leq 0,05 ; j = \overline{1, N} ; i = \overline{0, Q_j} . \quad (24)$$

Помимо всего, необходимо, чтобы во все уравнения регрессии вошли все выбранные факторы, желательно в виде каких-либо математических функций.

При удовлетворении условий (20) необходимо вычислять коэффициенты аппроксимирующих зависимостей по следующей формуле:

$$B_j = (X^T \cdot X)^{-1} (X^T \cdot Y_j) ; j = \overline{1, K} , \quad (25)$$

где  $B_j$  - матрица - столбец коэффициентов аппроксимирующей зависимости  $j$ -го результативного показателя эффективности;

$X$  - матрица планов (вариантов) производственно-экономических факторов  $x$ ;

$X^T$  - транспонированная матрица планов;

$X^T \cdot X$  - информационная матрица;

$(X^T \cdot X)^{-1} = A$  - матрица, обратная информационной;

$Y_j$  - матрица - столбец  $j$ -го результативного показателя эффективности.

Параметры, перечисленные в постановке задачи (22)-(24), вычисляются по следующим формулам:

1. Коэффициент множественной корреляции  $j$ -го уравнения регрессии описывает уровень корреляционной связи результативных показателей эффективности  $y_j, j = \overline{1, K}$  и переменных, вошедших в уравнение регрессии:

$$R_{j\text{мнкор}} = \sqrt{\frac{SS_{j\text{объясн}}}{SS_{j\text{объясн}} + SS_{j\text{ост}}}} ; j = \overline{1, K} , \quad (26)$$

где  $SS_{j\text{объясн}}$  - объясненная сумма квадратов  $j$ -го уравнения регрессии;

$SS_{j\text{ост}}$  - остаточная сумма квадратов  $j$ -го уравнения регрессии.

2. Коэффициент множественной детерминации  $j$ -го уравнения регрессии описывает, какую часть изменчивости результативных показателей или результативного показателя получилось объяснить при изменении переменных, попавших в уравнения регрессии:

$$R^2_j = R^2_{j\text{мнкор}} = \frac{SS_{j\text{объясн}}}{SS_{j\text{объясн}} + SS_{j\text{ост}}} ; j = \overline{1, K} . \quad (27)$$

3. Скорректированный коэффициент множественной детерминации  $j$ -го уравнения регрессии с учетом степеней свободы:

$$R^2_{j\text{кор}} = 1 - (1 - R^2_j) \left( \frac{n-1}{n - Q_j - 1} \right) ; j = \overline{1, K} , \quad (28)$$

где  $n$  - количество учитываемых временных интервалов;

$Q_j$  - количество переменных в  $j$ -м уравнении регрессии.

4. Критерий Фишера  $j$ -го уравнения регрессии.

$$F_j = \frac{MS_{j\text{объясн}}}{MS_{j\text{ост}}} ; j = \overline{1, K} . \quad (29)$$

5. Стандартная ошибка вычисления, показывающая дисперсию экспериментальных значений относительно уравнения регрессии:

$$S_{j\text{см}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{ij} - f_j(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iM}))^2}{n - Q_j - 1}} ; j = \overline{1, K} , \quad (30)$$

где  $y_{ij}$  - экспериментальное значение  $j$ -го результативного показателя эффективности на  $i$ -м временном интервале;

$f_j(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iM})$  - вычисленное значение  $j$ -го результативного показателя эффективности для  $i$ -х значений производственно-экономических факторов;

$n$  - количество учитываемых временных интервалов;

$M$  - количество производственно-экономических факторов;

$K$  - количество результативных показателей эффективности (уравнений регрессий).

6. Регрессионная сумма квадратов (объясненная сумма квадратов)  $j$ -го уравнения регрессии:

$$SS_{j\text{объясн}} = \sum_{i=1}^n (f_j(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iM}) - \overline{y_j})^2 ; \quad j = \overline{1, K} \quad (31)$$

с количеством степеней свободы  $df_{j\text{объясн}} = Q_j$ ; где  $n$  - количество учитываемых временных интервалов;

$M$  - количество производственно-экономических факторов;

$Q_j$  - количество переменных в  $j$ -м уравнении регрессии;

$K$  - количество результативных показателей эффективности (уравнений регрессий);

$f_j(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iM})$  - вычисленное значение  $j$ -го резуль-  
тативного показателя эффективности для  $i$ -х зна-  
чений производственно-экономических факторов;

$\overline{y_j}$  - среднее значение  $j$ -го резуль-  
тативного показателя эффективности, вычисленное по экспери-  
ментальным значениям  $n$  точек плана.

7. Остаточная сумма квадратов отклонений фактических значений от расчетных:

$$SS_{j_{ост}} = \sum_{i=1}^n (y_{ji} - f_j(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iM}))^2; \quad i = \overline{1, M} \quad (32)$$

с количеством степеней свободы  $df_{j_{ост}} = n - Q_j - 1$ ,  
где  $n$  - количество учитываемых временных интерва-  
лов;

$Q_j$  - количество переменных в  $j$ -м уравнении рег-  
рессии;

$y_{ji}$  - экспериментальное значение  $j$ -го резуль-  
тативного показателя эффективности на  $i$ -м временном  
интервале;

$f_j(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iM})$  - вычисленное значение  $j$ -го ре-  
зультативного показателя эффективности для  $i$ -х  
значений производственно-экономических факто-  
ров.

8. Общая сумма квадратов  $j$ -го уравнения регрессии:

$$SS_{j_{общ}} = SS_{j_{объясн}} + SS_{j_{ост}} = \sum_{i=1}^n (y_{ji} - \overline{y_j})^2; \\ j = \overline{1, K}; \quad i = \overline{1, M}; \quad (33)$$

с количеством степеней свободы  $df_{j_{общ}} = n - 1$ .

9. Дисперсия объясненной суммы квадратов:

$$MS_{j_{объясн}} = \frac{SS_{j_{объясн}}}{df_{j_{объясн}}}; \quad j = \overline{1, K}. \quad (34)$$

10. Дисперсия остаточной суммы квадратов:

$$MS_{j_{ост}} = \frac{SS_{j_{ост}}}{df_{j_{ост}}}; \quad j = \overline{1, K}. \quad (35)$$

Исходя из того, что коэффициенты уравне-  
ний регрессии вычисляются по случайным пере-  
менным, они же сами будут являться случайны-  
ми величинами, и поэтому можно оценить погреш-  
ность (ошибку) в их вычислении и уровне их зна-  
чимости<sup>17</sup>.

Стандартная ошибка вычисления коэффици-  
ентов уравнения регрессии вычисляется по фор-  
муле

$$SS_{cmij} = SS_{cmj} \cdot \sqrt{a_{ii}}, \quad i = \overline{0, Q_j}; \quad j = \overline{1, K}, \quad (36)$$

где  $i$  - порядковый номер коэффициента уравнения рег-  
рессии;

$Q_j$  - количество переменных в  $j$ -м уравнении рег-  
рессии;

$S_{cmj}$  - стандартная ошибка  $j$ -го уравнения регрес-  
сии;

$a_{ii}$  - диагональный элемент матрицы обратной ин-  
формационной  $A = (X^T \cdot X)^{-1}$ .

Вычисляется критерий Стьюдента для всех  
коэффициентов, входящих в уравнения регрессии:

$$t_{ij} = \frac{b_{ij}}{S_{cmij}} \quad (37)$$

с количеством степеней свободы  $= n - Q_j - 1$ .

Затем при помощи ППП *StatSoft Statistica*  
6.0 подведем итоги регрессионного анализа и ана-  
лиза остатков всех показателей, влияющих на них  
производственно-экономических факторов. Пос-  
ле этого строится уравнение регрессии по полу-  
ченным для рассматриваемых величин данным.

**Восьмой этап** - оптимизация конечных ре-  
зультирующих показателей по выбранным крите-  
риям для составления модели оценки экономи-  
ческого потенциала предприятия.

<sup>1</sup> URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki>.

<sup>2</sup> URL: <http://office.microsoft.com/ru-ru/excel-help/NA102752869.aspx>.

<sup>3</sup> Попов А.М., Сотников В.Н. Теория вероятнос-  
тей и математическая статистика: учебник для бакалав-  
ров. М., 2011.

<sup>4</sup> Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учеб. для  
вузов. 5-е изд., стер. М., 1998.

<sup>5</sup> Там же.

<sup>6</sup> Там же.

<sup>7</sup> Попов А.М., Сотников В.Н. Указ. соч.

<sup>8</sup> См.: Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных  
рядов. Прогноз и управление. Вып. 1,2. М., 1974; Боро-  
виков В.П., Ивченко Г.И. Прогнозирование в системе  
Statistica в среде Windows. Основы теории и интенсив-  
ная практика на компьютере: учеб. пособие. М., 1999.

<sup>9</sup> Тимофеев В.С., Фаддеенков А.В., Щеколдин В.Ю.  
Эконометрика: учеб. для бакалавров 2-е изд., перераб.  
и доп. М., 2013.

<sup>10</sup> Там же.

<sup>11</sup> Вентцель Е.С. Указ. соч.

<sup>12</sup> Там же.

<sup>13</sup> Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математика для эконо-  
мистов. СПб., 2004.

<sup>14</sup> Там же.

<sup>15</sup> Там же.

<sup>16</sup> Попов А.М., Сотников В.Н. Указ. соч.

<sup>17</sup> Красс М.С., Чупрынов Б.П. Указ. соч.