

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ**

Поставлена и решена задача обеспечения принятия решения по управлению рентабельностью капитала университета на основе использования данных SWOT-анализа состояния его образовательных услуг. На примере Пензенского государственного университета получено уравнение линейной регрессии, связывающее рентабельность капитала университета с рядом факторов, находящихся под управлением менеджеров университета всех уровней.

### **Введение**

Особенностью современного этапа развития государственных университетов в России является повышение роли рыночных механизмов в управлении их деятельностью. Рыночные механизмы привязаны, как правило, к финансовым показателям деятельности университета и его подразделений. В то же время менеджеры университета больше ориентированы на достижение аккредитационных показателей и нередко принимают управленческие решения, практически игнорируя их финансовые аспекты.

Важной тенденцией в последнее время является внедрение и совершенствование систем менеджмента качества (СМК) государственных университетов (ГУ). В рамках данного направления в практику управления ГУ внедряются новые механизмы обеспечения принятия решений, основанных на фактах. Некоторые из них позволяют обеспечить принятие решений в отношении финансовых показателей вообще, и рентабельности капитала университета в частности. Под рентабельностью капитала будем понимать прибыль, полученную на один рубль вложенного капитала.

Поставим задачу обеспечения принятия решений по управлению рентабельностью капитала университета на основе механизмов, имеющихся в распоряжении менеджеров университета на любом уровне вплоть до оперативного (кафедрального).

### **1 Получение начальных данных**

В рекомендациях [1] даны указания по проведению SWOT-анализа состояния образовательных услуг университета. При этом рекомендуемые критерии SWOT-анализа (показаны в графе «Название» таблицы 2) не разделены на факторы и отклики. Для решения поставленной задачи решим вспомогательную задачу исследования зависимости рентабельности капитала от факторных признаков. Эта задача решается с помощью множественного регрессионного анализа.

Начальные данные получены экспертным путем. В качестве экспертов выступили менеджеры высшего и среднего звена Пензенского государственного университета, система менеджмента качества сертифицирована на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001–2001. При выставлении экспертной балльной оценки экспертам рекомендовано использовать следующую градацию, отражающую семибальную шкалу безразмерных оценок (табл. 1).

Таблица 1

Градация оценок SWOT-анализа

| Оценка | Когда выставляется оценка                                                              |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| +3     | Данное направление является безусловным конкурентным преимуществом университета        |
| +2     | Данное направление имеет существенную положительную динамику                           |
| +1     | Данное направление имеет некоторую положительную динамику                              |
| 0      | Для данного направления можно добиться и более высоких результатов                     |
| -1     | Данное направление не является конкурентным преимуществом университета                 |
| -2     | Данное направление требует принятия адекватных мер по улучшению ситуации               |
| -3     | Данное направление требует самого пристального внимания из-за существенных недоработок |

Начальные данные, полученные по результатам опроса экспертов, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Начальные данные для анализа

| Критерии SWOT-анализа                                                                                |             | Оценки экспертов |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Название                                                                                             | Обозначение | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Результативный признак                                                                               |             |                  |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Рентабельность капитала                                                                              | $y$         | 0                | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | -3 | 0  | -1 | 2  | 0  | 1  | 0  |
| Факторные признаки                                                                                   |             |                  |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 1 Известность университета                                                                           | $x_1$       | 2                | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2  | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  |
| 2 Отношения с местными органами власти                                                               | $x_2$       | 1                | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3  | 3  | 1  | 2  | 3  | 3  | 0  |
| 3 Востребованность выпускников                                                                       | $x_3$       | 3                | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  |
| 4 Качество знаний выпускников                                                                        | $x_4$       | 1                | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1  | 1  | 1  | 2  | 3  | 1  | 2  |
| 5 Организация «системы продаж» выпускников                                                           | $x_5$       | 2                | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | -2 | -1 | 0  | 0  | 2  | 2  | 1  |
| 6 Адаптивность учебно-методических комплексов университета к требованиям рынка образовательных услуг | $x_6$       | 1                | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | -2 | 2  | 0  | 1  | 0  | 1  | -1 |
| 7 Доля практической компоненты в учебном процессе и учебно-методических комплексах                   | $x_7$       | 0                | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | -2 | -1 | 0  | 1  | 0  | 1  | -1 |
| 8 Оперативность разработки учебно-методических комплексов                                            | $x_8$       | 1                | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | -2 | 1  | 2  | -1 | 0  | 2  | 2  |
| 9 Способность персонала работать в условиях рынка образовательных услуг                              | $x_9$       | 2                | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | -3 | -1 | 2  | 2  | 1  | 1  | -1 |

|                                                                            |          |    |    |   |   |   |    |    |    |   |   |    |    |   |
|----------------------------------------------------------------------------|----------|----|----|---|---|---|----|----|----|---|---|----|----|---|
| 10 Ключевые компетенции персонала университета                             | $x_{10}$ | 2  | 3  | 1 | 2 | 2 | 2  | -1 | 1  | 1 | 2 | 3  | 2  | 1 |
| 11 Возраст преподавательского состава, обладающего ключевыми компетенциями | $x_{11}$ | -1 | 1  | 0 | 2 | 1 | 0  | -1 | 1  | 0 | 2 | 3  | 1  | 1 |
| 12 Подготовка «молодых» преподавателей                                     | $x_{12}$ | 1  | 1  | 2 | 2 | 1 | 1  | 0  | 2  | 0 | 1 | -1 | 1  | 2 |
| 13 Состояние инфраструктуры университета                                   | $x_{13}$ | -1 | 1  | 1 | 2 | 2 | -1 | -1 | 1  | 2 | 1 | 2  | 1  | 2 |
| 14 Состояние лабораторной базы университета                                | $x_{14}$ | -2 | 1  | 1 | 1 | 1 | -1 | -2 | -2 | 1 | 2 | 0  | 1  | 0 |
| 15 Гибкость ценовой политики образовательных услуг                         | $x_{15}$ | 0  | 2  | 3 | 3 | 1 | 2  | -2 | 1  | 1 | 1 | 0  | -1 | 1 |
| 16 Платежеспособность потребителя                                          | $x_{16}$ | 3  | -1 | 2 | 0 | 1 | 1  | 1  | 3  | 1 | 2 | 0  | 0  | 2 |
| 17 Качество закупаемых сторонних услуг                                     | $x_{17}$ | 1  | 1  | 1 | 2 | 1 | 0  | -3 | 1  | 2 | 2 | 0  | 1  | 1 |

## 2 Построение и анализ матрицы выборочных коэффициентов парной корреляции

С целью анализа взаимосвязи показателей результативного признака  $y$  с факторными признаками, построим табл. 3 – матрицу выборочных коэффициентов парной корреляции  $r_{yx_i}$  (коэффициентов корреляции Пирсона). Для вычислений используем пакет статистических расчетов SPSS.

В табл. 3 использованы обозначения: символ \* означает, что корреляция значима на уровне 0,05, символ \*\* означает, что корреляция значима на уровне 0,01.

Для словесного описания величины коэффициента корреляции используются следующие градации (табл. 4) [2].

Анализ матрицы парных коэффициентов корреляции показывает, что результативный показатель  $y$  – рентабельность капитала наиболее тесно связан (имеет место средняя корреляция) с показателями:  $x_6$  – адаптивность учебно-методических комплексов университета к требованиям рынка образовательных услуг ( $r_{yx_6} = 0,778$ ),  $x_7$  – доля практической компоненты в учебном процессе и учебно-методических комплексах ( $r_{yx_7} = 0,758$ ),  $x_9$  – способность персонала работать в условиях рынка образовательных услуг ( $r_{yx_9} = 0,65$ ),  $x_{10}$  – ключевые компетенции персонала университета ( $r_{yx_{10}} = 0,64$ ),  $x_{17}$  – качество закупаемых сторонних услуг ( $r_{yx_{17}} = 0,63$ ), а наименее связан (имеет место очень слабая корреляция) с показателями:  $x_{16}$  – платежеспособность потребителя ( $r_{yx_{16}} = 0,02$ ) и  $x_2$  – отношения с местными органами власти ( $r_{yx_2} = 0,13$ ).

Таблица 3  
Матрица выборочных коэффициентов парной корреляции

|     | y        | x1       | x2    | x3       | x4       | x5      | x6       | x7       | x8      | x9       | x10      | x11      | x12     | x13      | x14      | x15      | x16   | x17      |
|-----|----------|----------|-------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|-------|----------|
| y   | 1        | ,443     | ,130  | -,266    | ,425     | ,468    | ,778(**) | ,758(**) | ,343    | ,648(*)  | ,639(*)  | ,376     | ,416    | ,230     | ,582(*)  | ,585(*)  | ,020  | ,629(*)  |
| x1  | ,443     | 1        | ,350  | -,613(*) | ,382     | ,192    | ,393     | ,170     | ,382    | ,023     | ,327     | ,261     | ,180    | ,224     | ,046     | ,184     | -,167 | -,019    |
| x2  | ,130     | ,350     | 1     | -,484    | ,120     | -,202   | ,320     | ,235     | -,319   | -,129    | ,091     | ,119     | -,180   | -,261    | -,073    | -,044    | -,370 | -,399    |
| x3  | -,266    | -,613(*) | -,484 | 1        | ,143     | ,280    | -,400    | ,047     | ,000    | ,228     | ,201     | -,026    | -,143   | -,118    | -,087    | ,083     | -,091 | ,077     |
| x4  | ,425     | ,382     | ,120  | ,143     | 1        | ,398    | ,018     | ,402     | ,000    | ,275     | ,565(*)  | ,689(**) | -,145   | ,411     | ,412     | ,430     | -,368 | ,109     |
| x5  | ,468     | ,192     | -,202 | ,280     | ,398     | 1       | ,246     | ,518     | ,516    | ,549     | ,668(*)  | ,347     | ,073    | ,263     | ,304     | ,263     | -,186 | ,465     |
| x6  | ,778(**) | ,393     | ,320  | -,400    | ,018     | ,246    | 1        | ,571(*)  | ,344    | ,550     | ,474     | ,102     | ,405    | ,034     | ,185     | ,490     | ,239  | ,547     |
| x7  | ,758(**) | ,170     | ,235  | ,047     | ,402     | ,518    | ,571(*)  | 1        | ,459    | ,726(**) | ,650(*)  | ,304     | ,288    | ,247     | ,692(**) | ,706(**) | -,430 | ,576(*)  |
| x8  | ,343     | ,382     | -,319 | ,000     | ,000     | ,516    | ,344     | ,459     | 1       | ,477     | ,433     | ,111     | ,424    | ,489     | ,327     | ,493     | -,213 | ,645(*)  |
| x9  | ,648(*)  | ,023     | -,129 | ,228     | ,275     | ,549    | ,550     | ,726(**) | ,477    | 1        | ,748(**) | ,244     | -,056   | ,296     | ,599(*)  | ,422     | -,198 | ,691(**) |
| x10 | ,639(*)  | ,327     | ,091  | ,201     | ,565(*)  | ,668(*) | ,474     | ,650(*)  | ,433    | ,748(**) | 1        | ,606(*)  | -,087   | ,310     | ,427     | ,366     | -,410 | ,543     |
| x11 | ,376     | ,261     | ,119  | -,026    | ,689(**) | ,347    | ,102     | ,304     | ,111    | ,244     | ,606(*)  | 1        | -,078   | ,708(**) | ,529     | ,237     | -,385 | ,402     |
| x12 | ,416     | ,180     | -,180 | -,143    | -,145    | ,073    | ,405     | ,288     | ,424    | -,056    | -,087    | -,078    | 1       | ,077     | ,066     | ,570(*)  | ,376  | ,421     |
| x13 | ,230     | ,224     | -,261 | -,118    | ,411     | ,263    | ,034     | ,247     | ,489    | ,296     | ,310     | ,708(**) | ,077    | 1        | ,664(*)  | ,337     | -,280 | ,581(*)  |
| x14 | ,582(*)  | ,046     | -,073 | -,087    | ,412     | ,304    | ,185     | ,692(**) | ,327    | ,599(*)  | ,427     | ,529     | ,066    | ,664(*)  | 1        | ,422     | -,455 | ,613(*)  |
| x15 | ,585(*)  | ,184     | -,044 | ,083     | ,430     | ,263    | ,490     | ,706(**) | ,493    | ,422     | ,366     | ,237     | ,570(*) | ,337     | ,422     | 1        | -,040 | ,612(*)  |
| x16 | ,020     | -,167    | -,370 | -,091    | -,368    | -,186   | ,239     | -,430    | -,213   | -,198    | -,410    | -,385    | ,376    | -,280    | -,455    | -,040    | 1     | ,077     |
| x17 | ,629(*)  | -,019    | -,399 | ,077     | ,109     | ,465    | ,547     | ,576(*)  | ,645(*) | ,691(**) | ,543     | ,402     | ,421    | ,581(*)  | ,613(*)  | ,612(*)  | ,077  | 1        |

Таблица 4

Градация значений коэффициентов парной корреляции

| Значение  | Интерпретация            |
|-----------|--------------------------|
| До 0,2    | Очень слабая корреляция  |
| До 0,5    | Слабая корреляция        |
| До 0,7    | Средняя корреляция       |
| До 0,9    | Высокая корреляция       |
| Свыше 0,9 | Очень высокая корреляция |

Одним из основных препятствий результативного применения регрессионного анализа является мультиколлинеарность [3], т.е. высокая взаимная коррелированность объясняющих переменных. Анализ парных коэффициентов корреляции показывает, что в стохастической форме мультиколлинеарность не проявляется, т.к. среди парных коэффициентов корреляции нет значений, превышающих 0,8. Однако она проявляется в функциональной форме, т.к. матрица

$$X^T X, \text{ в которой матрица } X = \begin{pmatrix} 1 & x_{1,1} & x_{1,7} & \dots & x_{1,17} \\ 1 & x_{2,1} & x_{2,7} & \dots & x_{2,17} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{13,1} & x_{13,7} & \dots & x_{13,17} \end{pmatrix} - \text{матрица значе-}$$

ний объясняющих переменных, в рассматриваемом случае имеющая вид

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 13 | 34 | 29 | 25 | 22 | 9  | 7  | 6  | 13 | 11 | 21 | 11 | 13 | 11 | 1  | 12 | 15 | 10 |
| 34 | 92 | 78 | 63 | 59 | 25 | 21 | 17 | 37 | 29 | 57 | 31 | 35 | 31 | 3  | 33 | 38 | 26 |
| 29 | 78 | 77 | 52 | 50 | 17 | 20 | 17 | 24 | 22 | 48 | 27 | 27 | 21 | 1  | 26 | 28 | 16 |
| 25 | 63 | 52 | 53 | 43 | 20 | 10 | 12 | 25 | 24 | 42 | 21 | 24 | 19 | 1  | 24 | 28 | 20 |
| 22 | 59 | 50 | 43 | 42 | 19 | 12 | 14 | 22 | 22 | 40 | 25 | 21 | 22 | 6  | 25 | 22 | 18 |
| 9  | 25 | 17 | 20 | 19 | 25 | 9  | 14 | 19 | 21 | 25 | 14 | 10 | 11 | 7  | 14 | 7  | 16 |
| 7  | 21 | 20 | 10 | 12 | 9  | 19 | 13 | 13 | 18 | 18 | 8  | 12 | 7  | 4  | 16 | 12 | 15 |
| 6  | 17 | 17 | 12 | 14 | 14 | 13 | 22 | 15 | 23 | 20 | 11 | 10 | 8  | 15 | 21 | -1 | 16 |
| 13 | 37 | 24 | 25 | 22 | 19 | 13 | 15 | 33 | 23 | 28 | 13 | 19 | 19 | 8  | 23 | 11 | 23 |
| 11 | 29 | 22 | 24 | 22 | 21 | 18 | 23 | 23 | 41 | 33 | 15 | 10 | 16 | 17 | 22 | 8  | 26 |
| 21 | 57 | 48 | 42 | 40 | 25 | 18 | 20 | 28 | 33 | 47 | 27 | 20 | 22 | 9  | 26 | 18 | 25 |
| 11 | 31 | 27 | 21 | 25 | 14 | 8  | 11 | 13 | 15 | 27 | 25 | 10 | 18 | 10 | 16 | 6  | 15 |
| 13 | 35 | 27 | 24 | 21 | 10 | 12 | 10 | 19 | 10 | 20 | 10 | 23 | 11 | 2  | 21 | 20 | 16 |
| 11 | 31 | 21 | 19 | 22 | 11 | 7  | 8  | 19 | 16 | 22 | 18 | 11 | 25 | 13 | 15 | 9  | 18 |
| 1  | 3  | 1  | 1  | 6  | 7  | 4  | 15 | 8  | 17 | 9  | 10 | 2  | 13 | 23 | 11 | -8 | 14 |
| 12 | 33 | 26 | 24 | 25 | 14 | 16 | 21 | 23 | 22 | 26 | 16 | 21 | 15 | 11 | 36 | 13 | 23 |
| 15 | 38 | 28 | 28 | 22 | 7  | 12 | -1 | 11 | 8  | 18 | 6  | 20 | 9  | -8 | 13 | 35 | 13 |
| 10 | 26 | 16 | 20 | 18 | 16 | 15 | 16 | 23 | 26 | 25 | 15 | 16 | 18 | 14 | 23 | 13 | 28 |

является особенной и ее определитель равен нулю.

Одним из возможных методов устранения или уменьшения мультиколлинеарности является использование методов отбора наиболее информативных переменных [2].

### 3 Получение уравнения регрессии

С использованием пакета статистических расчетов SPSS проведен множественный линейный регрессионный анализ методом пошагового удаления незначимых влияющих переменных [3]. Результаты вычислений представлены в табл. 5–7.

Таблица 5

Сводка для модели

| Модель | Множественный коэффициент корреляции $R$ | $R^2$ | Скорректированный $R^2$ | Стандартная ошибка оценки |
|--------|------------------------------------------|-------|-------------------------|---------------------------|
| 1      | ,778(a)                                  | ,606  | ,570                    | ,86244                    |
| 2      | ,897(b)                                  | ,804  | ,765                    | ,63763                    |

В табл. 5 использованы обозначения:  $a$  – предикторы – влияющие переменные: (константа)  $x_6$ ;  $b$  – предикторы – влияющие переменные: (константа)  $x_6, x_{14}$ .

Таблица 5 содержит сведения о том, что проводимый регрессионный анализ состоит из двух шагов. На первом шаге в уравнение регрессии введена переменная  $x_6$ , имеющая наибольший парный коэффициент корреляции с переменной  $y$ , на втором шаге введена переменная  $x_{14}$ . Процедура введения переменной закончилась на втором шаге, т.к. добавление следующей переменной существенно не увеличивает множественный коэффициент корреляции. В табл. 4 кроме коэффициентов множественной регрессии вычислены меры определенности, смещенной меры определенности и стандартной ошибки [3].

Таблица 6 содержит результаты дисперсионного анализа, цель которого состоит в оценке значимости двух уравнений регрессии для каждой из построенных моделей.

Таблица 6

Дисперсионный анализ (с)

| Модель      | Сумма квадратов | Число степеней свободы | Средний квадрат | Значение $F$ -критерия Фишера–Снедекора | Значимость |
|-------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------------|------------|
| 1 Регрессия | 12,587          | 1                      | 12,587          | 16,923                                  | ,002(a)    |
| Остаток     | 8,182           | 11                     | ,744            |                                         |            |
| Итого       | 20,769          | 12                     |                 |                                         |            |
| 2 Регрессия | 16,704          | 2                      | 8,352           | 20,542                                  | ,000(b)    |
| Остаток     | 4,066           | 10                     | ,407            |                                         |            |
| Итого       | 20,769          | 12                     |                 |                                         |            |

В табл. 6 использованы обозначения:  $a$  – предикторы: (константа)  $x_6$ ;  $b$  – предикторы: (константа)  $x_6, x_{14}$ ;  $c$  – зависимая переменная:  $y$ .

Таблица 7 содержит найденные на каждом шаге решения соответствующие коэффициенты регрессии, и оценку их значимости. В табл. 7 использовано обозначение:  $a$  – зависимая переменная:  $y$ .

Таблица 7

Коэффициенты (a)

| Модель        | Нестандартизованные коэффициенты |               | Стандартизованные коэффициенты | Значение $t$ -критерия Стьюдента | Значимость |
|---------------|----------------------------------|---------------|--------------------------------|----------------------------------|------------|
|               | $B$                              | Станд. ошибка | $\beta$                        |                                  |            |
| 1 (Константа) | –,182                            | ,267          |                                | –,681                            | ,510       |
| $x_6$         | ,909                             | ,221          | ,778                           | 4,114                            | ,002       |
| 2 (Константа) | –,162                            | ,198          |                                | –,821                            | ,431       |
| $x_6$         | ,811                             | ,166          | ,695                           | 4,878                            | ,001       |
| $x_{14}$      | ,431                             | ,136          | ,453                           | 3,182                            | ,010       |

Таблица 8 содержит сведения о степени влияния исключенных переменных (их важность) на зависимую переменную на каждом шаге решения. В табл. 8 использованы обозначения:  $a$  – предикторы: (константа)  $x_6$ ;  $b$  – предикторы: (константа)  $x_6, x_{14}$ ;  $c$  – зависимая переменная:  $y$ .

Таблица 8

Исключенные переменные (с)

| Модель |     | $\beta$ включения | Значение $t$ -критерия Стьюдента | Значимость | Частная корреляция | Статистики коллинеарности<br>Толерантность |
|--------|-----|-------------------|----------------------------------|------------|--------------------|--------------------------------------------|
| 1      | x1  | ,161(a)           | ,770                             | ,459       | ,236               | ,845                                       |
|        | X2  | -,133(a)          | -,648                            | ,531       | -,201              | ,897                                       |
|        | x3  | ,054(a)           | ,248                             | ,809       | ,078               | ,840                                       |
|        | x4  | ,411(a)           | 2,741                            | ,021       | ,655               | 1,000                                      |
|        | x5  | ,294(a)           | 1,612                            | ,138       | ,454               | ,940                                       |
|        | x7  | ,466(a)           | 2,428                            | ,036       | ,609               | ,674                                       |
|        | x8  | ,086(a)           | ,410                             | ,690       | ,129               | ,882                                       |
|        | x9  | ,315(a)           | 1,459                            | ,175       | ,419               | ,698                                       |
|        | x10 | ,349(a)           | 1,773                            | ,107       | ,489               | ,775                                       |
|        | x11 | ,300(a)           | 1,706                            | ,119       | ,475               | ,989                                       |
|        | x12 | ,121(a)           | ,565                             | ,585       | ,176               | ,836                                       |
|        | x13 | ,204(a)           | 1,085                            | ,303       | ,325               | ,999                                       |
|        | x14 | ,453(a)           | 3,182                            | ,010       | ,709               | ,966                                       |
|        | x15 | ,268(a)           | 1,269                            | ,233       | ,372               | ,760                                       |
|        | x16 | -,176(a)          | -,895                            | ,392       | -,272              | ,943                                       |
|        | x17 | ,290(a)           | 1,329                            | ,213       | ,387               | ,701                                       |
| 2      | x1  | ,176(b)           | 1,179                            | ,269       | ,366               | ,845                                       |
|        | x2  | -,067(b)          | -,434                            | ,675       | -,143              | ,879                                       |
|        | x3  | ,060(b)           | ,379                             | ,714       | ,125               | ,840                                       |
|        | x4  | ,273(b)           | 2,036                            | ,072       | ,562               | ,827                                       |
|        | x5  | ,183(b)           | 1,253                            | ,242       | ,385               | ,870                                       |
|        | x7  | ,151(b)           | ,589                             | ,570       | ,193               | ,318                                       |
|        | x8  | -,054(b)          | -,329                            | ,750       | -,109              | ,810                                       |
|        | x9  | -,013(b)          | -,058                            | ,955       | -,019              | ,442                                       |
|        | x10 | ,178(b)           | 1,035                            | ,328       | ,326               | ,656                                       |
|        | x11 | ,091(b)           | ,530                             | ,609       | ,174               | ,720                                       |
|        | x12 | ,126(b)           | ,806                             | ,441       | ,260               | ,836                                       |
|        | x13 | -,171(b)          | -,899                            | ,392       | -,287              | ,551                                       |
|        | x15 | ,083(b)           | ,460                             | ,657       | ,151               | ,647                                       |
|        | x16 | ,088(b)           | ,498                             | ,630       | ,164               | ,685                                       |
|        | x17 | -,066(b)          | -,294                            | ,775       | -,098              | ,430                                       |

В результате получено линейное уравнение регрессии:

$$\hat{y} = -0,162 + 0,811x_6 + 0,431x_{14}. \quad (1)$$

#### 4 Анализ остатков

При построении линейного уравнения регрессии важным моментом является анализ остатков, т.е. отклонений наблюдаемых значений от теоретиче-

ски ожидаемых. Остатки должны появляться случайно (т.е. не систематически) и подчиняться нормальному распределению [3]. Это можно проверить, если построить гистограмму остатков. В рассматриваемом случае наблюдается довольно хорошее согласование гистограммы остатков с нормальным распределением (рис. 1).

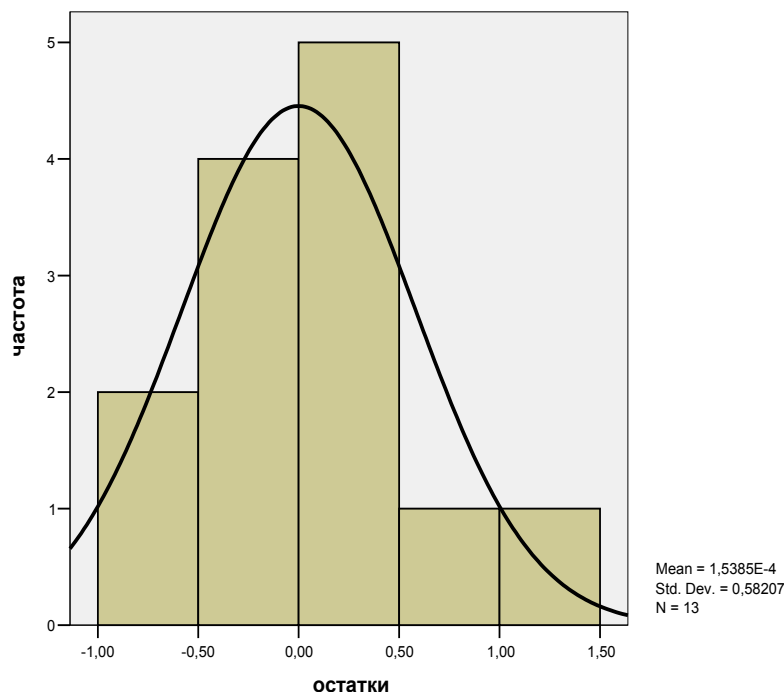


Рис. 1

## 5 Анализ полученного уравнения регрессии

Уравнение (1) множественной регрессии показывает, что увеличение рентабельности капитала можно добиться путем увеличения значений  $x_6, x_{14}$ . Так, при увеличении значения  $x_6$  (адаптивности учебно-методических комплексов университета к требованиям рынка образовательных услуг) на 1 показатель рентабельности увеличивается в среднем на 0,811, а при увеличении критерия  $x_{14}$  (состояние лабораторной базы университета) на 1 показатель рентабельности увеличивается в среднем на 0,431. Множественный коэффициент корреляции, для построенной модели равный 0,897, свидетельствует о том, что только двумя перечисленными факторами обусловлено почти 90 % вариации искомой переменной  $y$ . Уровень остаточной вариации составляет около 10 %, что объясняется воздействием случайных и неучтенных в модели факторов.

Подчеркнем, что на основе уравнения (1) для повышения рентабельности капитала университета необходимо принимать решения, направленные на повышение адаптивности учебно-методических комплексов университета к требованиям рынка образовательных услуг и улучшение состояния лабора-



торной базы. Менеджеры университета любого уровня, вплоть до кафедрального, компетентны принимать решения по данным направлениям деятельности, способствуя тем самым и решению задачи повышения рентабельности капитала университета.

### **Заключение**

Таким образом, на основе использования данных SWOT-анализа состояния образовательных услуг университета может быть обеспечено принятие решений по управлению рентабельностью его капитала. Полученное при этом уравнение линейной регрессии позволит научно обоснованно выделять направления управляющих воздействий, доступные для менеджеров всех уровней.

### **Список литературы**

1. Методические рекомендации для вузов и ссузов по проектированию и внедрению систем качества образовательных учреждений: подготовлены в рамках Федеральной программы развития образования на 2005 г. по проекту «Научно-методическое обеспечение по созданию и внедрению системы управления качеством в образовательных учреждениях профессионального образования».
2. **Френкель, А. А.** Корреляционный и регрессионный анализ в экономических приложениях : учебное пособие / А. А. Френкель, Е. В. Адамова ; МЕСИ. – М., 1987.
3. **Кремер, Н. Ш.** Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / Н. Ш. Кремер. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001.