

УДК 658.562.64

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА  
НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

**ASSESSMENT OF QUALITY OF ACTIVITY OF UNIVERSITY  
ON THE BASIS OF STATISTICAL METHODS**

*С.А. ЛЕОНОВ*  
*S.A. LEONOV*

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)  
(St.-Petersburg State University of Technology and Design)  
E-mail: sergey-leonov@mai.ru

*В статье рассматриваются факторы влияния на качество образования в университете, сделан выбор соответствующих факторов, обусловленных наличием определенных требований к вузам всех заинтересованных сторон и в том числе требований, закрепленных в федеральных образовательных стандартах высшего образования. В статье рассматривается последовательность статистической оценки специфических факторов, оказывающих влияние на уровень качества подготовки выпускников, что позволяет определить уровень качества деятельности кафедры университета.*

*The article examines the factors influencing the quality of education at the University, the selection of relevant factors, due to the presence of certain requirements for higher education institutions of all stakeholders and, in particular, the requirements set out in the Federal state educational standards of higher education. This article discusses the sequence of statistical evaluation of specific factors influencing the level of quality of preparation of graduates, allowing you to determine the quality level activities of the Department of the University.*

**Ключевые слова:** качество, факторы влияния, статистический анализ, корреляционно-регрессионный анализ, экспертная оценка.

**Keywords:** quality, factors, statistical analysis, correlation and regression analysis, expert evaluation.

В Программе РФ "Развитие образования" на 2013 - 2020 годы [1] отмечено, что главной целью развития является обеспечение высокого качества образования в

соответствии с запросами населения и общества, обозначены индикаторы, мероприятия и объем бюджетных средств для их реализации. В стратегических документах

дальнейшего социально-экономического развития России также ставится задача постоянного увеличения уровня образования с одновременной экономией бюджетных средств [2]. Вместе с тем возникает задача определения величины оптимально наилучшего качества в условиях заданных (ограниченных) ресурсов, например, для бюджетных организаций в рамках выделенных бюджетных средств.

Математическая интерпретация задачи оптимизации качества деятельности образовательной организации требует формализованного представления целевой функции и ограничений, позволяющих строить модели и оптимизационные задачи, которые можно решить различными математическими методами.

Для оценки уровня качества деятельности образовательной организации, в том числе университета, необходимо принять концептуальную модель качества, включающую следующие основные элементы: формирование факторов качества на основе причинно-следственных связей и значимости последствий от несоблюдения качества определения показателей, формирующие базовый уровень качества исходя из требований всех заинтересованных сторон, а именно личности, бизнеса и общества.

Статистические математические модели наиболее адекватно и полно описывают различные процессы, в том числе и образовательные, в сфере качества подготовки высококвалифицированных специалистов. Для построения математической модели уровня качества деятельности университета, по отношению к базовому уровню требований всех заинтересованных сторон, в том числе требований федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), приведем представленную ниже последовательность расчетов и выводов на основе методики [5], учитывая специфику деятельности университетов в современных условиях.

В табл. 1 приведены показатели деятельности кафедры университета как наиболее важной структурной единицы, являющиеся факторами, влияющими на уровень качества и отражающие требования всех заинтересованных сторон, а также представлены значения рангов этих показателей по уровню значимости их влияния на общий результат, полученные на основе опроса экспертов. Каждый специалист ранжировал переменные по степени их влияния на исследуемый целевой признак – качество деятельности кафедры как степени удовлетворенности всех заинтересованных сторон: личности, бизнеса, общества.

Таблица 1

Факторы, влияющие на показатель качества деятельности кафедры университета	Оценка экспертов, баллы									
	Э <sub>1</sub>	Э <sub>2</sub>	Э <sub>3</sub>	Э <sub>4</sub>	Э <sub>5</sub>	Э <sub>6</sub>	Э <sub>7</sub>	Э <sub>8</sub>	Э <sub>9</sub>	Э <sub>10</sub>
Общая квалификация педагогических работников X <sub>1</sub>	7	7	8	7	7	7	7	7	6	8
Высшая квалификация педагогических работников X <sub>2</sub>	14	14	13	14	14	15	14	14	14	13
Повышение квалификации педагогических работников X <sub>3</sub>	9	9	9	9	8	9	9	8	10	9
Эффективность деятельности педагогических работников X <sub>4</sub>	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2
Доля дипломов с отличием X <sub>5</sub>	13	13	12	12	13	12	11	13	13	11
Доля дипломных работ по заявкам предприятий X <sub>6</sub>	19	19	19	18	19	19	19	19	18	19
Доля студентов из других вузов X <sub>7</sub>	27	26	27	27	27	27	27	27	26	27
Количество базовых кафедр X <sub>8</sub>	25	25	25	24	25	25	25	26	27	25

Факторы, влияющие на показатель качества деятельности кафедры университета	Оценка экспертов, баллы									
	Э <sub>1</sub>	Э <sub>2</sub>	Э <sub>3</sub>	Э <sub>4</sub>	Э <sub>5</sub>	Э <sub>6</sub>	Э <sub>7</sub>	Э <sub>8</sub>	Э <sub>9</sub>	Э <sub>10</sub>
Использование сетевой формы взаимодействия X <sub>9</sub>	26	27	26	26	26	26	26	25	25	26
Обеспеченность дисциплин рабочими программами X <sub>10</sub>	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1
Обеспеченность дисциплин методическими материалами по аудиторным занятиям X <sub>11</sub>	11	10	10	10	11	10	10	11	9	10
Обеспеченность дисциплин методическими разработками по интерактивным формам занятий X <sub>12</sub>	22	23	22	20	22	22	22	22	22	22
Обеспеченность дисциплин методическими разработками по СРС X <sub>13</sub>	23	22	23	23	23	23	23	24	24	23
Обеспеченность дисциплин контрольно-измерительными материалами (КИМ) фонда оценочных средств (ФОС) X <sub>14</sub>	24	24	24	25	24	24	24	23	23	24
Доля преподавателей, использующих личные кабинеты для реализации дистанционных технологий X <sub>15</sub>	18	18	18	19	18	18	20	18	19	18
Активность использования интернет-тренажеров X <sub>16</sub>	10	11	11	11	10	11	12	10	11	12
Использование балльно-рейтинговой системы оценивания (БРС) X <sub>17</sub>	21	20	21	21	21	21	21	21	20	21
Активность по монографиям и статьям, рекомендованным ВАК X <sub>18</sub>	4	3	3	4	4	3	5	4	3	3
Выполненный объем работ по НИР X <sub>19</sub>	5	6	5	5	6	5	4	5	7	4
Внешняя научно-исследовательская активность X <sub>20</sub>	8	8	7	8	9	8	8	9	8	7
Творческая активность X <sub>21</sub>	12	12	14	13	12	13	13	12	12	14
Подготовка кандидатов наук X <sub>22</sub>	17	17	17	17	17	17	17	16	17	16
Подготовка докторов наук X <sub>23</sub>	20	21	20	22	20	20	18	20	21	20
Научные и образовательные международные семинары, конференции и другие мероприятия, проведенные на базе кафедры X <sub>24</sub>	6	5	6	6	5	6	6	6	5	5
Международная образовательная активность X <sub>25</sub>	16	15	16	15	16	16	15	17	16	17
Активность НИРС обучающихся X <sub>26</sub>	3	4	4	3	3	4	3	3	4	6
Эффективность представления результатов НИРС X <sub>27</sub>	15	16	15	16	15	14	16	15	15	15

Оценим степень согласованности мнений экспертов. Для этого вычислим значение коэффициента конкордации по формуле:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - 1)}, \quad (1)$$

где S – сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта от средней суммы рангов; m – количество порядковых переменных; n – объем выборки.

Данные приведены в табл. 2 (расчет отклонений).

Так как средняя сумма рангов совокупности признаков составляет:

$$a = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m r_{ij}}{n} = \frac{3780}{27} = 140,$$

то S=163298, тогда коэффициент конкордации равен W=0,996. По полученному коэффициенту можно сделать вывод: согласованность мнений экспертов довольно высокая.

Эксперты Фактор	$\sum_{i=1}^m r_{ij}$	$\sum_{i=1}^m r_{ij} - a$	$\left(\sum_{i=1}^m r_{ij} - a\right)^2$
X <sub>10</sub>	17	-123	15129
X <sub>20</sub>	80	-60	3600
X <sub>3</sub>	89	-51	2601
X <sub>18</sub>	36	-104	10816
X <sub>19</sub>	52	-88	7744
X <sub>11</sub>	102	-38	1444
X <sub>16</sub>	109	-31	961
X <sub>5</sub>	123	-17	289
X <sub>21</sub>	127	-13	169
X <sub>1</sub>	71	-69	4761
X <sub>2</sub>	139	-1	1
X <sub>4</sub>	13	-127	16129
X <sub>26</sub>	37	-113	12769
X <sub>24</sub>	56	-74	5476
X <sub>25</sub>	159	19	361
X <sub>22</sub>	168	28	784
X <sub>27</sub>	152	12	144
X <sub>6</sub>	188	48	2304
X <sub>7</sub>	268	128	16384
X <sub>9</sub>	259	119	14161
X <sub>8</sub>	252	112	12544
X <sub>12</sub>	219	79	6241
X <sub>13</sub>	231	91	8281
X <sub>14</sub>	239	99	9801
X <sub>15</sub>	184	44	1936
X <sub>17</sub>	208	68	4624
X <sub>23</sub>	202	62	3844
Итого	3780	0	163298

Оценим значимость коэффициента конкордации по критерию хи-квадрат:

$$\chi^2 = \frac{12S}{mn(n-1)} = 279,13. \quad (2)$$

Поскольку  $\chi^2(0,05; 26) = 26,30$ , то можно сделать вывод, что полученное значение коэффициента конкордации статистически значимо.

Полученные результаты экспертных оценок подвергнем обработке по методу Борда [3, с. 165...166] (табл. 3 – определение рангов) с целью выявления наилучших факторов, влияющих на уровень качества подготовки обучающихся в вузе.

Наиболее значимыми факторами являются факторы 4, 10, 18, 19 и 26, то есть эффективность деятельности педагогических работников, обеспеченность дисциплин рабочими программами, активность по монографиям и статьям, рекомендован-

ными ВАК, выполненный объем работ по НИР, активность НИРС.

Исследуем зависимость уровня качества деятельности кафедры для пяти значимых факторов. Результативным признаком будем считать величину удовлетворенности всех заинтересованных сторон деятельности университета, а именно: личности, бизнеса и общества, который может быть определен в условных единицах от 0 до 1.

Зависимость между результативным признаком и входными факторами есть функция, которая имеет следующий вид:

$$Y=f(X_4, X_{10}, X_{18}, X_{19}, X_{26}), \quad (3)$$

где Y – качество деятельности кафедры университета, как степень удовлетворенности заинтересованных сторон; X<sub>4</sub> – эффективность деятельности педагогических работников; X<sub>10</sub> – полная обеспеченность

учебно-методическими комплексами (УМК) по образовательным программам (ОП);  $X_{18}$  – активность по монографиям и

статьям, рекомендованными ВАК;  $X_{19}$  – выполненный объем работ по НИР;  $X_{26}$  – активность НИРС.

Таблица 3

Эксперты Фактор	Сумма ранговых мест	Средний ранг	Относительный ранг
$X_{10}$	17	1,7	2
$X_{20}$	80	8,0	8
$X_3$	89	8,9	9
$X_{18}$	36	3,6	3
$X_{19}$	52	5,2	5
$X_{11}$	102	10,2	10
$X_{16}$	109	10,9	11
$X_5$	123	12,3	12
$X_{21}$	127	12,7	13
$X_1$	71	7,1	7
$X_2$	139	13,9	14
$X_4$	13	1,3	1
$X_{26}$	37	3,7	4
$X_{24}$	56	5,6	6
$X_{25}$	159	15,9	16
$X_{22}$	168	16,8	17
$X_{27}$	152	15,2	15
$X_6$	188	18,8	19
$X_7$	268	26,8	27
$X_9$	259	25,9	26
$X_8$	252	25,2	25
$X_{12}$	219	21,9	21
$X_{13}$	231	23,1	23
$X_{14}$	239	23,9	24
$X_{15}$	184	18,4	18
$X_{17}$	208	20,8	21
$X_{23}$	202	20,2	20

Исходными данными для исследования будут служить статистические данные университета. В результате обработки статистических данных деятельности различных кафедр университета получена выборка, содержащая 35 сопряженных значений.

С помощью методов корреляционно-регрессионного [4, с. 320...382] анализа

используем матрицу парных коэффициентов корреляции для предварительного отбора факторов для включения их в уравнение регрессии. Матрица парных коэффициентов корреляции рассчитана с помощью средств программы IBM SPSS. Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Таблица 4

	Y	$X_4$	$X_{10}$	$X_{18}$	$X_{19}$	$X_{26}$
Y	1					
$X_4$	0,962	1				
$X_{10}$	0,987	0,957	1			
$X_{18}$	0,256	0,261	0,242	1		
$X_{19}$	0,159	0,179	0,150	-0,011	1	
$X_{26}$	0,884	0,839	0,893	0,261	0,227	1

По результатам полученных парных коэффициентов был сделан вывод: в уравнение регрессии не войдут факторы  $X_{18}$  и

$X_{19}$ , так как они слабо связаны с результативным признаком. Таким образом, дается ответ на вопрос о процедуре отсева и

включении в математическую модель определенного количества факторов.

Далее была рассмотрена линейная форма многофакторных связей не только как наиболее простая, но и как форма, описывающая большинство социально-экономических процессов. При условии, что в модель включены три фактора, линейная модель принимает вид:

$$Y = a_0 + a_1 X_4 + a_2 X_{10} + a_3 X_{26},$$

где  $a_0, a_1, a_2, a_3$  – коэффициенты уравнения регрессии.

По исходным данным с помощью средств программы IBM SPSS были определены параметры уравнения регрессии (табл. 5 – показатели множественной регрессии).

Т а б л и ц а 5

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение
Y-пересечение	-0,135	0,027	-4,941	0,000
X <sub>4</sub>	0,233	0,100	2,329	0,027
X <sub>10</sub>	0,815	0,124	6,568	0,000
X <sub>26</sub>	0,032	0,061	0,517	0,609

По результатам вычислений было составлено уравнение множественной регрессии:

$$Y = -0,135 + 0,233 X_4 + 0,815 X_{10} + 0,032 X_{26}.$$

Таким образом, мы получили математическую модель зависимости уровня качества подготовки выпускников от минимально возможного:  $Y = f(X_4, X_{10}, X_{26})$ .

Далее были определены коэффициенты множественной корреляции и множественной детерминации. Результаты расчетов приведены в табл. 6 (Регрессионная статистика).

Т а б л и ц а 6

Множественный R	0,989
R-квадрат	0,977
Нормированный R-квадрат	0,975
Стандартная ошибка	0,0216
Наблюдения	35

По данным табл. 6 был сделан вывод, что зависимость  $Y$  от  $X_4, X_{10}$  и  $X_{26}$  характеризуется как тесная, в которой 97,7% вариации уровня качества подготовки выпускников определяются вариацией учтенных в модели факторов: эффективности деятельности педагогических работников, обеспеченности дисциплин рабочими программами, активности по монографиям и статьям, рекомендованными ВАК, выполненным объемом работ по НИР, актив-

ности НИРС. Прочие факторы, не включенные в модель, составляют соответственно 2,3% общей вариации  $Y$ .

Далее была проведена проверка гипотезы о статистической значимости уравнения регрессии и показателя тесноты связи:

$$F_{\text{факт}} = \frac{R_{YX_4X_{10}X_{26}}^2}{1 - R_{YX_4X_{10}X_{26}}^2} : \frac{m}{n - m - 1} = 438,94.$$

Табличное значение критерия при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы 3 и 31 равно  $F_{\text{табл}} = 2,70$ . Сравнивая  $F_{\text{табл}}$  и  $F_{\text{факт}}$ , можно сделать заключение о статистической значимости уравнения в целом и показателя тесноты связи, которые сформировались под неслучайным воздействием факторов  $X_4, X_{10}, X_{26}$ .

Значения случайных ошибок параметров  $a_0, a_1, a_2, a_3$  с учетом округления равны  $m_{a0} = 0,027, m_{a1} = 0,100, m_{a2} = 0,124, m_{a3} = 0,061$ . Значения t-критерия Стьюдента составили  $t_{a0} = -4,941, t_{a1} = -2,329, t_{a2} = -6,568, t_{a3} = -0,517$ . Следовательно, статистически значимыми являются  $a_0, a_1, a_2, a_3$ . Анализ верхней и нижней границ доверительных интервалов разрешает сделать вывод о том, что с вероятностью 0,05 параметры  $a_0, a_1, a_2$  и  $a_3$ , находясь в указанных границах, не принимают нулевые значения, то есть не являются статистически незначимыми и существенно отличны от нуля.

## ВЫВОДЫ

Используя данную математическую модель, университет получает возможность оперативно оценить уровень качества подготовки выпускников и соответствие качества деятельности кафедры требованиям всех заинтересованных сторон, в том числе требованиям ФГОС в сложившихся на определенный момент условиях сочетания трех наиболее существенных факторов, а также строить прогнозы на будущее.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа Российской Федерации "Развитие образования" на 2013 – 2020

годы: [гос. программа: принят Правительством РФ 2013 г.]. – М., 2013. – 700 с.

2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: [концепция: принят Правительством РФ 2008 г.]. – М., 2008. – 194 с.

3. Гапоненко Т.В. Управленческие решения. – Ростов н/Д: Феникс, 2008.

4. Елисева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2006.

5. Леонов С. А. Математическая оценка факторов, оказывающих влияние на производственно-сбытовую деятельность швейных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5.

Рекомендована кафедрой экономической теории. Поступила 03.02.15.