

## ЭКОНОМИКА

УДК 378.146:519.23:004.9

*Е.Н. Акерман, А.А. Михальчук, А.Ю. Трифонов*

### КЛАСТЕРНАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Представлен многомерный статистический (дисперсионный и кластерный) анализ результатов вступительных испытаний абитуриентов в вузы (за 2011–2012 гг.) по группе специальностей «экономика». По совокупности показателей (средний балл зачисленных по результатам ЕГЭ, его разность 2012–2011 гг. и количество зачисленных на бюджетные места), параметрическому F-критерию каждого показателя,  $\lambda$ -критерию Уилкса, ранговому критерию Краскела – Уоллиса, медианному тесту построена 14-кластерная динамическая модель вузов, а также проведена классификация вузов по номинальной шкале измерений. Полученные результаты могут быть использованы при реализации реформы высшего образования, в частности в случае принятия решений об оптимизации сети вузов.

**Ключевые слова:** многомерный статистический анализ; вступительные испытания; экономическое образование; кластер.

Являясь одним из приоритетных факторов социально-экономического развития, образование становится ключевым элементом глобальной конкуренции, средством успешного продвижения государств на высококонкурентных глобальных рынках труда и новейших технологий. В этой связи активно обсуждаются проблемы реформирования высшего экономического образования в условиях инновационной экономики: повышение качества экономического образования, приведение его в соответствие с требованиями инновационной экономики [7], изменение механизмов финансирования образовательной деятельности вузов [1, 4] и т.д.

В контексте обсуждаемых проблем совершенствования экономического образования представляет интерес оценка качества «фундамента», на котором будет строиться потенциальное экономическое образование, т.е. системная оценка качества приема в вузы по специальности «экономика». В рамках комплексного анализа современного состояния и проблем российского высшего образования [8] активно обсуждается одна из новаций в реформировании образования в России – результаты введения единого государственного экзамена (далее по тексту – ЕГЭ). Результаты ЕГЭ рассматриваются как критерий оценки качества набора абитуриентов в высшую школу [2, 3] с привлечением иногда в качестве обоснования методов математической статистики [6, 8]. Предполагается, что следствием этого шага при реорганизации сети вузов станет зависимость финансирования от качества сформированного вузом контингента студентов на основе рейти-

нга качества приема в вузы РФ по среднему баллу ЕГЭ в расчете на один предмет ( $m_E$ ). Такой рейтинг показывает качество бюджетного приема в государственные вузы по направлениям подготовки «экономика» [5]. В частности, рейтинг качества приема по группе специальностей «экономика» в 2012 г., возглавляемый МГИМО со средним баллом ЕГЭ 90,1 по 100-балльной шкале, относительно высок на фоне остальных направлений.

В данной работе на основании рейтингов качества приема в вузы по группе «экономика» [5] в системе Statistica [9] проведена динамическая кластеризация вузов по совокупности показателей вступительных испытаний (далее по тексту – ПВИ) за 2012 г., включающих, кроме  $m_E$ , разность между  $m_E$  (динамический ПВИ –  $Dm_E$  2012–2011 гг.) и количеством абитуриентов, зачисленных на бюджетные места ( $N$ ).

Динамика  $m_E$  за 2011–2012 гг. по специальности «экономика» представлена на рис. 1. Так, сравнение показывает положительную динамику «синей зоны» (вузы, в которых средний балл набора по ЕГЭ находится в диапазоне от 56 до 70 баллов, число их увеличилось с 107 в 2011 г. до 116 в 2012 г.). Сложившаяся ситуация обусловлена, с одной стороны, отрицательной динамикой в левой части диапазона ( $56 \leq m_E \leq 60$ , число вузов уменьшилось с 23 в 2011г. до 10 в 2012 г.) и положительной – в центральной части диапазона ( $61 \leq m_E \leq 65$ , число вузов увеличилось с 32 в 2011 г. до 43 в 2012 г.) и правой части диапазона ( $66 \leq m_E \leq 70$ , число вузов увеличилось с 52 в 2011 г. до 63 в 2012 г.).

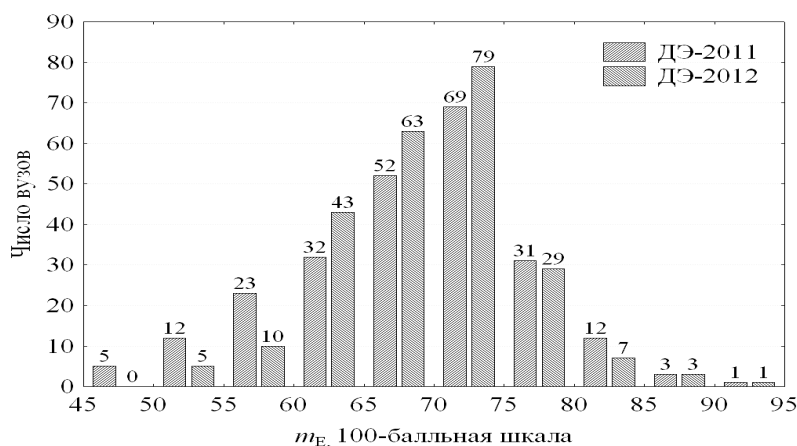


Рис. 1. Динамика  $m_E$  за 2011–2012 гг. по специальности «экономика»

Числовые характеристики по  $m_E$  (объем  $n$ , выборочные среднее  $m$ , стандартное отклонение  $\sigma$ ,  $\pm 95\%$ -ный доверительный интервал, наименьшее **min**, наибольшее **max**, медиана **M**, 25- и 75%-ный квартили) для выборок за 2011 и 2012 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1

Числовые характеристики по  $m_E$  выборок за 2011 и 2012 гг.

| Год  | $n$ | $m$   | $\sigma$ | -95%  | +95%  | min   | max   | 25%   | M     | 75%   |
|------|-----|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2011 | 240 | 68,58 | 8,30     | 67,52 | 69,64 | 45,40 | 90,90 | 63,60 | 69,80 | 73,95 |
| 2012 | 240 | 69,57 | 6,44     | 68,75 | 70,39 | 52,00 | 90,10 | 65,20 | 69,80 | 73,65 |

На основании параметрического  $t$ -критерия и непараметрического  $U$ -критерия Манна – Уитни можно сделать вывод об однородности выборок 2011 и 2012 гг. (т.е. не значимом отличии на уровне  $p > 0,10$ ). Среднее 69,57 для выборки 2012 г. получено по 240 вузам [5]. Таким образом, несмотря на внешнюю стабильность качества приема в

вузы по группе «экономика» (однородность выборок 2011 и 2012 гг. по  $m_E$ ), существует локальная динамика (четыре 5-балльные зоны по  $m_E$  разнятся на  $\geq 10$  вузов каждая).

В работе на стандартизированной базе данных выборки 2012 г. (содержащей динамический показатель –  $Dm_E$ ) методом  $K$ -средних и дендрограммным методом (в качестве меры близости кластеров использовалось расстояние Чебышева, а в качестве правила объединения двух кластеров – метод полной связи) проведен кластерный анализ вузов по группе «экономика».

На основе совокупности показателей  $m_E$ ,  $Dm_E$  и  $N$  (высоко значимо  $p < 0,00005$ ),  $\lambda$ -критерия Уилкса, параметрического  $F$ -критерия, рангового критерия Краскела – Уоллиса и медианного теста (высоко значимо  $p < 0,00005$ ) сформирована 14-кластерная модель и рассчитаны средние значения показателей по каждому кластеру (табл. 2).

Таблица 2

Основные характеристики 14-кластерной модели (кластерные средние по  $m_E$ ,  $Dm_E$  и  $N$ )

| Кластер | Вузы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Стандартизированная шкала |        |       | Абсолютная шкала |        |        | $n_{кл}$ |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|-------|------------------|--------|--------|----------|
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $m_E$                     | $Dm_E$ | $N$   | $m_E$            | $Dm_E$ | $N$    |          |
| 1       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3                         | 4      | 5     | 6                | 7      | 8      | 9        |
| K1      | Омский государственный университет, НИ ядерный университет «МИФИ», Кемеровский государственный университет, Алтайский государственный университет, Саратовский государственный университет, Астраханский государственный технический университет, Пензенский государственный университет, НИ Томский государственный университет                                                          | 0,92                      | 0,08   | -0,28 | 75,52            | 1,42   | 31,38  | 37       |
| K2      | МГИМО, МГУ, СПбГУ, Всероссийская академия внешней торговли, Всероссийская академия народного хозяйства и государственной службы, Государственный университет министерства финансов РФ, СПб НИ университет «ВШЭ»                                                                                                                                                                           | 2,37                      | 0,07   | 1,21  | 84,86            | 1,40   | 136,43 | 7        |
| K3      | НИ Томский политехнический университет, Бурятский государственный университет, Брянский государственный университет, Тульский государственный университет, ТУСУР (г. Томск), Новгородский государственный университет, Тихоокеанский государственный университет, Юго-Западный государственный университет, Тамбовский государственный университет, Рязанский государственный университет | -0,04                     | -1,30  | -0,31 | 69,34            | -6,25  | 28,77  | 22       |
| K4      | Московский НИ университет «ВШЭ», Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова, Фин. университет при Правительстве РФ, СПб государственный университет экономики и финансов                                                                                                                                                                                                        | 1,80                      | 0,05   | 3,90  | 81,20            | 1,25   | 325,50 | 4        |
| K5      | Тольяттинский государственный университет, Магнитогорский государственный технический университет, Пермская государственный сельхоз. академия, Московский государственный университет приборостроения и информатики                                                                                                                                                                       | 0,55                      | 3,45   | -0,32 | 73,10            | 20,18  | 28,25  | 4        |
| K6      | НИ Пермский государственный университет, Южный федеральный университет, Кубанский государственный университет, Челябинский государственный университет, Тюменский государственный университет, Ставропольский государственный университет, Волгоградский государственный университет                                                                                                      | 0,94                      | -0,32  | 0,57  | 75,66            | -0,76  | 90,65  | 17       |
| K7      | Казанский федеральный университет, Сибирский федеральный университет, Дальневосточный федеральный университет, СПб государственный инженерно-экономический университет, Саратовский государственный социально-экономический университет, Байкальский государственный университет экономики и права                                                                                        | 0,40                      | 0,01   | 1,78  | 72,18            | 1,07   | 176,57 | 14       |

| 1       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3     | 4     | 5     | 6     | 7      | 8     | 9   |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-----|
| K8      | Алтайский государственный аграрный университет, Ивановский государственный университет, Алтайский государственный технический университет, Орловский государственный университет, Иркутский государственный университет, НИ Белгородский государственный университет                                                                                                         | -0,01 | -0,05 | -0,38 | 69,52 | 0,73   | 23,90 | 58  |
| K9      | Дагестанский государственный технический университет, Омский государственный аграрный университет, НИ Казанский технический университет, Магнитогорский государственный университет, Сургутский государственный педагогический университет, Камчатский государственный университет, Балтийский федеральный университет, НИ Иркутский государственный технический университет | -1,22 | -0,67 | -0,40 | 61,69 | -2,75  | 22,37 | 30  |
| K10     | Омский государственный университет путей сообщения, Саратовский государственный технический университет, Владимирский государственный университет, Кемеровский государственный сельхоз. университет, Братский государственный университет, Новосибирский государственный аграрный университет                                                                                | -1,09 | 0,57  | -0,31 | 62,56 | 4,17   | 28,62 | 29  |
| K11     | Нижегородский государственный университет, Новосибирский государственный технический университет, Ульяновский государственный университет, Калужский государственный педагогический университет, Забайкальский государственный университет                                                                                                                                   | -0,41 | 1,97  | -0,46 | 66,91 | 11,91  | 18,73 | 15  |
| K12     | Чеченский государственный университет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -2,73 | -2,97 | 2,36  | 52,00 | -15,50 | 217   | 1   |
| K13     | Ивановская государственная сельхоз. академия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -1,89 | -4,17 | -0,56 | 57,40 | -22,20 | 11    | 1   |
| K14     | Дагестанский государственный институт народного хозяйства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -1,56 | 0,56  | 8,10  | 59,50 | 4,10   | 622   | 1   |
| ДЭ-2012 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 69,57 | 0,99   | 50,81 | 240 |

Примечание.  $n_{кл}$  – число вузов в кластере.

Согласно полученным результатам кластеры K2 и K4 имеют набор высшего качества приема по специальности «экономика». Среди 14 кластеров имеются 3 монокластера, каждый из которых характеризуется аномальными показателями: K12 имеет многочисленный набор слабого качества с отрица-

тельной динамикой; K13 – малочисленный набор с отрицательной динамикой качества; K14 имеет очень многочисленный набор абитуриентов по группе «экономика».

Значение кластерных средних представлено на рис. 2 (без учета монокластеров).

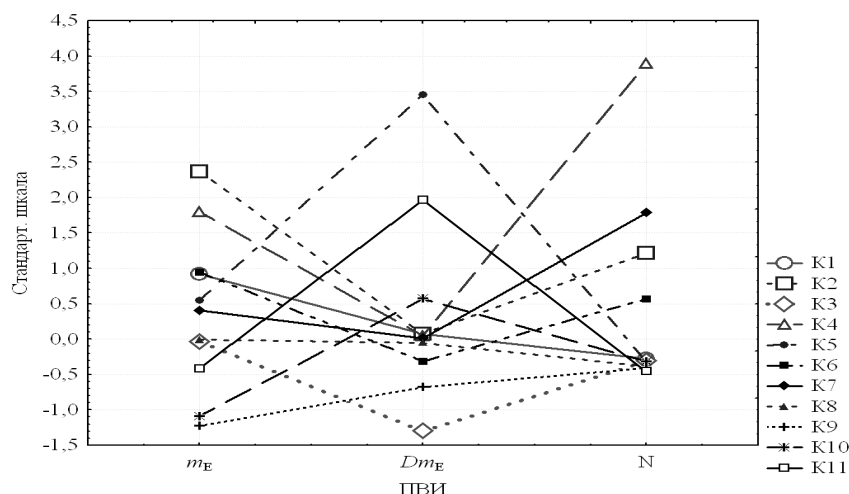


Рис. 2. Линейные графики кластерных средних по  $m_E$ ,  $Dm_E$  и  $N$

На основе дисперсионного анализа проведена группировка кластеров по порядку убывания кластерных средних:

–  $m_E$ : {K2}, {K4}, {K6, K1, K5}, {K5, K7}, {K8, K3}, {K11}, {K10, K9}. При этом {K6, K1, K5} является однородной (на уровне значимости  $p > 0,10$ ) по

ранговому критерию Краскела – Уоллиса и медианному тесту, но слабо значимо неоднородной (на уровне  $0,05 < p < 0,10$ ) по параметрическому  $F$ -критерию, так что {K6, K1, K5, K7} является значимо неоднородной (на уровне  $p < 0,05$ ) по всем критериям;

–  $Dm_E$ : {K5}, {K11}, {K10}, {K1, K2, K4, K7, K8}, {K6}, {K9}, {K3}. При этом {K1, K2, K4, K7, K8, K6} является значимо неоднородной (на уровне  $p < 0,05$ ) по всем критериям;

–  $N$ : {K4}, {K7}, {K2}, {K6}, {K1, K3, K10, K5, K8, K9, K11}, при этом K11 отличается от K1 слабо значимо (на уровне  $0,05 < p < 0,10$ ).

Результаты кластерного анализа (см. рис. 2, табл. 2) позволяют провести классификацию вузов

по группе «экономика» в номинальной шкале измерений (табл. 3). В качестве «среднего» уровня – стандартизированный интервал для ПВИ (–0,25; +0,25). Высокие значения ( $> +1,5$ ) определяют уровень «лидер», а низкие значения ( $< -1,5$ ) уровень «аутсайдер». Промежуточные значения между средними, высокими и низкими величинами определяют уровень «выше среднего» и «ниже среднего» соответственно.

Таблица 3

Качественная классификация вузов по группе «экономика»

| Кластер | Характеристика уровня кластера на фоне среднего по показателю |               |               |
|---------|---------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
|         | $m_E$                                                         | $Dm_E$        | $N$           |
| K1      | Выше среднего                                                 | Средний       | Ниже среднего |
| K2      | Лидер                                                         | Средний       | Выше среднего |
| K3      | Средний                                                       | Ниже среднего | Ниже среднего |
| K4      | Лидер                                                         | Средний       | Лидер         |
| K5      | Выше среднего                                                 | Лидер         | Ниже среднего |
| K6      | Выше среднего                                                 | Ниже среднего | Выше среднего |
| K7      | Выше среднего                                                 | Средний       | Лидер         |
| K8      | Средний                                                       | Средний       | Ниже среднего |
| K9      | Ниже среднего                                                 | Ниже среднего | Ниже среднего |
| K10     | Ниже среднего                                                 | Выше среднего | Ниже среднего |
| K11     | Ниже среднего                                                 | Лидер         | Ниже среднего |
| K12     | Аутсайдер                                                     | Аутсайдер     | Лидер         |
| K13     | Аутсайдер                                                     | Аутсайдер     | Ниже среднего |
| K14     | Ниже среднего                                                 | Выше среднего | Лидер         |

Проведенная классификация в номинальной шкале показывает структуру и различие динамической кластерной модели вузов по группе «экономика» (табл. 3).

Согласно рис. 2 и табл. 2, 3, динамическая кластерная модель вузов по группе «экономика» имеет спектральную структуру. Даже среди вузов, имеющих стабильное качество приема (уровень «средний» по  $Dm_E$ ), выделяются разные кластеры, значимо различающиеся по  $m_E$  и  $N$ : 58 вузов, имеющих малочисленный набор среднего качества (K8); 37 вузов, имеющих малочисленный набор качества «выше среднего» (K1); 14 вузов, имеющих многочисленный набор качества «выше среднего» (K7); 11 вузов, имеющих многочисленный набор качества «лидер» (K2+K4).

Значимой положительной динамикой качества приема (уровни «выше среднего» и «лидер» по  $Dm_E$ ) характеризуются 4 вуза, имеющих малочисленный набор качества «выше среднего» (K5); 44 вуза, имеющих малочисленный

набор качества «ниже среднего» (K10+K11); 1 вуз, имеющих многочисленный набор качества «аутсайдер» (K14). Наконец, значимой отрицательной динамикой качества приема (уровни «ниже среднего» и «аутсайдер» по  $Dm_E$ ) характеризуются 17 вузов, имеющих многочисленный набор качества «выше среднего» (K6); 22 вуза, имеющих малочисленный набор качества «средний» (K3); 31 вуз, имеющих малочисленный набор качества «ниже среднего» (K9+K13); 1 вуз, имеющих многочисленный набор качества «аутсайдер» (K12).

Результаты кластеризации вузов могут быть учтены в рамках реформы высшего образования, например в случае принятия решений об оптимизации сети вузов и их финансировании. В первую очередь это относится к вузам, имеющим малочисленный бюджетный набор по группе «экономика» качества «ниже среднего» с отрицательной динамикой (30 вузов типа кластера K 9).

## ЛИТЕРАТУРА

- Боровская М.А., Ястребова О.К., Цветкова А.В., Михалькова Е.Е. Групповые нормативы затрат по специальностям и направлениям подготовки как ключевой этап реформы финансирования вузов // Высшее образование в России. 2012. № 6. С. 3–14.
- Гоник И.Л., Москвичев С.М., Иванов Ю.В., Гурулев Д.Н. Различные формы сдачи вступительных испытаний как элемент формирования контингента абитуриентов // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2009. Т. 10, № 6. С. 27–28.
- Данилов Д.А. ЕГЭ как критерий качества образования // Наука и образование. 2008. № 1. С. 75–76.
- Калашикова О.В. Качество высшего образования – основной критерий финансирования вузов в условиях инновационной экономики // Финансы и кредит. 2011. № 4. С. 58–67.
- Качество приема в вузы (2010–2012 гг.). URL: <http://www.hse.ru/ege> (дата обращения: 17.10.2012).
- Лапотникова И.Н. Методы математической статистики для оценки результатов ЕГЭ // Ярославский педагогический вестник. 2008. № 1. С. 17–23.
- Махмутов А.Х. Современные проблемы реформирования высшего экономического образования // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2010. № 3. С. 34–39.
- Сальников Н., Бурухин С. Реформирование высшей школы: актуальное состояние и проблемы // Высшее образование в России. 2008. № 8. С. 3–13.
- Халафян А.А. Statistica 6. Статистический анализ данных. М.: Бином-Пресс, 2008. 512 с.

Статья представлена научной редакцией «Экономика» 1 ноября 2012 г.