

В.П. Арефьев, А.А. Михальчук, Н.М. Филипенко, Д.А. Новосельцева  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

## КЛАСТЕРИЗАЦИЯ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ РОССИЙСКОГО ВТУЗА В ФАКТОРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Проведен многомерный статистический анализ показателей качества набора (ПКН) абитуриентов по разным направлениям подготовки (НП) в российский втуз на основе результатов вступительных испытаний 2013 г. Составляющими статистического метода исследования являются корреляционный, факторный, кластерный и дисперсионный анализы. На примере Томского политехнического университета (ТПУ) построена 4-факторная модель ПКН, объясняющая общую изменчивость ПКН четырьмя факторами на 96,3 %. В рамках построенного факторного пространства ПКН предложена 8-кластерная модель технических НП в ТПУ, позволяющая выделять группы НП, однородных по совокупности факторных показателей. Результаты проведенного статистического анализа могут быть учтены при принятии управленческих решений по распределению контрольных цифр приема студентов по направлениям подготовки, а также при формировании выравнивающих и адаптационных курсов обучения студентов вузов.

**Ключевые слова:** многомерный статистический анализ, направления подготовки, показатели качества набора, вступительные испытания.

Среди проблем реформирования современного российского высшего образования [1–3], в частности отечественного инженерного образования в условиях перехода к инновационной модели экономического развития [4–8], особенно активно обсуждается проблема повышения качества образования и оценки эффективности реформирования высшего образования в Российской Федерации. Одним из основных показателей оценки эффективности образовательной деятельности вузов является входной показатель качества набора (ПКН) – средний балл ЕГЭ поступивших в вуз [2, 9–10]. Соответствующие рейтинги эффективности деятельности вузов используются для принятия управленческих решений по распределению контрольных цифр приема студентов по направлениям подготовки [11–12] и как показатели популярности у абитуриентов как учебного заведения в целом, так и отдельных направлений подготовки [13–14].

Многообразие и разнородность системы показателей эффективности образовательной деятельности вузов предполагает использование методов многомерного статистического анализа. Например: анализ показателей конкурентоспособности российских вузов с применением метода главных компонент [15], кластерный анализ вузов при оценке качества услуг высшего профессионального образования. [16], кластерный анализ регионов при оценке обеспеченности вузами [17],

факторный анализ ПКН в вузы с последующим кластерным анализом самих вузов [18].

В связи с этим представляет интерес проведение комплексного многомерного статистического анализа ПКН абитуриентов по разным направлениям подготовки. В данной работе, аналогично [18], на основе результатов факторного анализа ПКН 2013 г. проведен кластерный анализ направлений подготовки (НП) российского втуза на примере Томского политехнического университета (ТПУ) [19].

В качестве ПКН были использованы следующие 3 группы входных индикаторов. Во-первых, рейтинговые индексы ЕГЭ ТПУ по НП среди других вузов:

$$РНП = \frac{ЕГЭ_{ТПУ} - ЕГЭ_{\min}}{ЕГЭ_{\max} - ЕГЭ_{\min}},$$

$$РНПК = \frac{ЕГЭ_{к_{ТПУ}} - ЕГЭ_{к_{\min}}}{ЕГЭ_{к_{\max}} - ЕГЭ_{к_{\min}}},$$

где ЕГЭ – средний балл зачисленных по результатам ЕГЭ 2013 г. (в расчете на один предмет) по НП, в том числе ЕГЭ<sub>к</sub> – средний балл ЕГЭ зачисленных по конкурсу [20]. Во-вторых, показатели набора абитуриентов в ТПУ по НП [21]: план приема (ПП) на бюджетные места, конкурс (Кон), проходной балл (ПБ), общая сумма баллов абитуриента

(ОБ), баллы по математике (МБ), численность зачисленных на каждое НП (ННП). В-третьих, показатели входного тестирования по математике (ВТ) и численность участвовавших во ВТ по НП (НВТ). В силу разнородности показатели были стандартизированы. Статистический анализ проводился в системе Statistica [22].

Заметим, что согласно теории измерительных шкал балльная шкала относится к типу порядковой, в которой оперирование средним баллом для сравнения является некорректным. Однако полностью игнорировать средние арифметические нецелесообразно из-за их распространенности [9].

Диаграммы рассеяния с гистограммами [22] основных 25 НП для наиболее характерных ПКН приведены на рис. 1.

На рис. 1 использованы по умолчанию типичные для данного вида графики обозначения координатных осей [22].

Согласно рис. 1 основные НП имеют multimodalное распределение РНП, в основном малочисленны (ПП < 40 у половины НП), характери-

зуются низким конкурсом (Кон < 2 у половины НП), визуально наблюдаемое распределение (гистограмма) МБ наиболее близко к теоретическому распределению по нормальному закону, что подтверждается  $\chi^2$ -критерием Пирсона (на уровне значимости  $p > 0,10$ ), а наиболее сильно корреляционно связаны МБ и ВТ, имеющие высокий коэффициент корреляции (параметрический Пирсона  $r = 0,812$  и ранговый Спирмена  $R = 0,822$ , различающиеся высоко незначимо на уровне значимости  $p \approx 0,92$ ). Последнее обстоятельство (незначимое различие  $r$  и  $R$ ) обосновывает применение параметрических параметров и критериев там, где не используются ранговые (непараметрические).

На рис. 2 изображена дендрограмма (древовидная диаграмма, или иерархическое дерево) корреляционной матрицы ПКН, полученная в результате древовидной кластеризации. В качестве меры близости ПВИ использовано корреляционное расстояние  $1 - r$ , где  $r$  – коэффициент корреляции Пирсона, а в качестве правила объединения для двух кластеров использован метод Уорда (Варда),

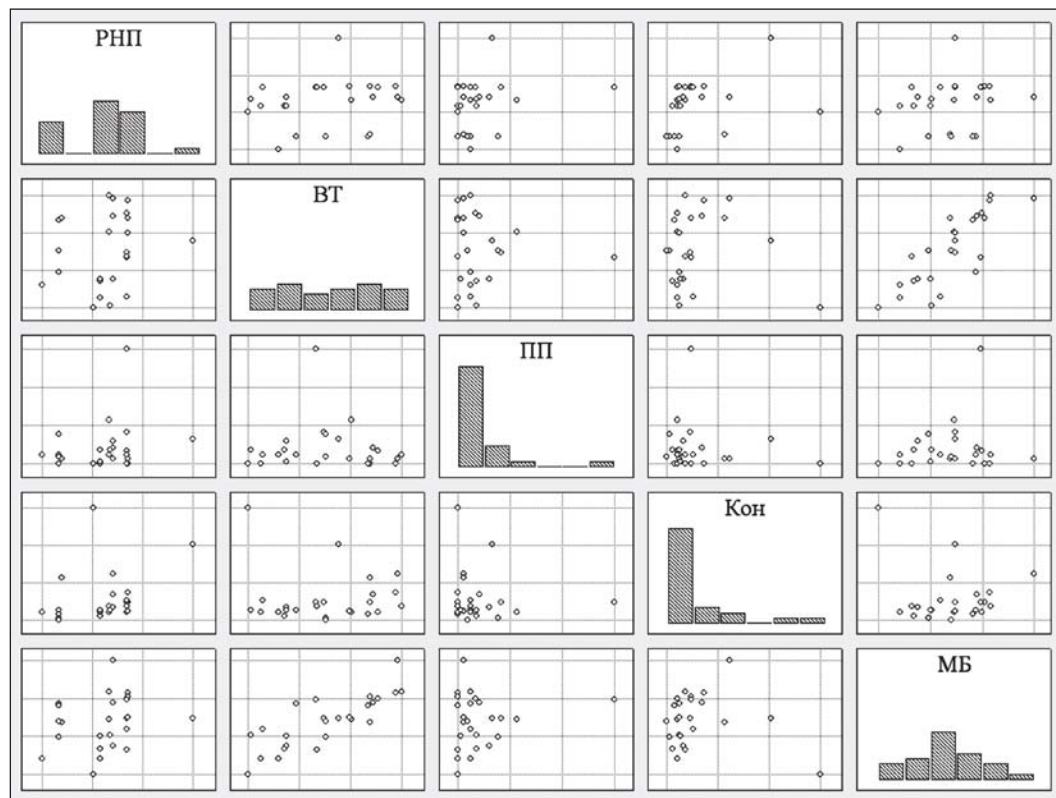


Рис. 1. Матричные диаграммы рассеяния с гистограммами НП в ТПУ для ПКН 2013 г.

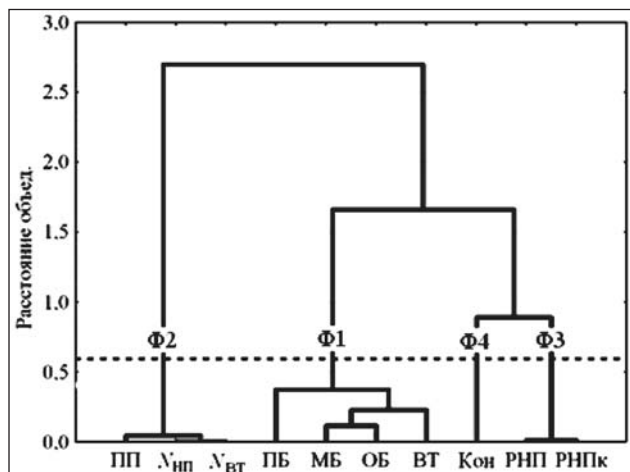


Рис. 2. Вертикальная дендрограмма корреляционной матрицы ПКН

отличающийся от всех других методов тем, что он использует методы дисперсионного анализа для оценки расстояний между кластерами [22].

Согласно рис. 2 на корреляционной основе можно выделить 4 группы ПКН: {РНП, РНПк}, {Кон}, {МБ, ОБ, ВТ, ПБ}, {ПП, ННП, NBT}.

Наличие корреляционной зависимости ПКН допускает использование факторного анализа. Главными целями факторного анализа являются сокращение числа исходных показателей (редукция данных) и определение структуры взаимосвязей между показателями, т.е. классификация показателей [22]. Факторный анализ как метод классификации основан на оценках корреляций (факторных нагрузок) между исходными показателями и факторами (или «новыми» показателями) в рамках выбранной факторной модели и позволяет узнать значимость факторов. С помощью факторного анализа построена 4-факторная модель ПКН НП 2013 г. (табл. 1). В табл. 1 жирным шрифтом выделены наиболее значимые (основные) повернутые факторные нагрузки (частные коэффициенты корреляции) показателей на факторы, что позволяет по совокупности этих показателей интерпретировать соответствующие факторы, приписывая им наиболее существенные черты значимых показателей. В нижней строке приведены доли объясненной данным фактором дисперсии исходных показателей, иными словами, весовые коэффициенты факторов. Накопленная дисперсия первыми 3 факторами  $\approx 87,4\%$ , а 4 –  $96,3\%$ .

Таблица 1

Матрица факторной структуры ПКН НП 2013 г.

| ПКН             | Ф1           | Ф2           | Ф3           | Ф4           |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| РНП             | 0,122        | 0,180        | <b>0,966</b> | 0,123        |
| РНПк            | 0,190        | 0,148        | <b>0,954</b> | 0,167        |
| ВТ              | <b>0,905</b> | -0,075       | 0,087        | -0,096       |
| Мвт             | 0,015        | 0,983        | 0,168        | 0,041        |
| ПП              | 0,028        | 0,988        | 0,037        | -0,086       |
| Кон             | -0,010       | -0,013       | 0,194        | <b>0,970</b> |
| ПБ              | <b>0,705</b> | 0,027        | 0,427        | 0,527        |
| ОБ              | <b>0,944</b> | 0,010        | 0,122        | 0,181        |
| МБ              | <b>0,950</b> | 0,111        | 0,116        | -0,114       |
| N <sub>нп</sub> | 0,013        | <b>0,983</b> | 0,164        | 0,044        |
| Доля фактора    | <b>0,316</b> | <b>0,298</b> | <b>0,216</b> | <b>0,133</b> |

Согласно табл. 1 и рис. 2 высокие факторные нагрузки ПКН распределились по стандартизированным факторам, имеющим наибольшие веса, следующим образом:

Ф1 – наиболее весомый (0,316), связан положительной корреляцией с МБ, ОБ, ВТ, ПБ и характеризует вузовское качество, т.е. качество приема в ТПУ по НП.

Ф2 – менее весомый (0,298), связан положительной корреляцией с ПП, ННП, NBT и характеризует количество приема в ТПУ по НП.

Ф3 – еще менее весомый (0,216), связан положительной корреляцией с РНП, РНПк и характеризует федеральное качество, т.е. качество рейтинга ТПУ по данному НП среди других вузов.

Ф4 – наименее весомый (0,133), связан положительной корреляцией с Кон и характеризует конкурс приема в ТПУ по НП.

В построенном 4-мерном стандартизованном факторном пространстве {Ф1, Ф2, Ф3, Ф4} ПКН проведена кластеризация НП [22]. В этом случае из разных мер близости наиболее уместным, реализованным в пакете Statistica, выбрано расстояние Чебышева. На стадии, когда связываются вместе несколько кластеров из все менее и менее сходных объектов (НП), следует выбрать в качестве правила объединения двух кластеров, например метод Уорда (Варда), уже рассмотренный выше. Выполним для НП в факторном пространстве {Ф1, Ф2, Ф3, Ф4} древовидную кластеризацию (рис. 3).

В зависимости от выбора расстояния объединения можно получить соответствующее число кластеров. Так, например, уровню расстояния

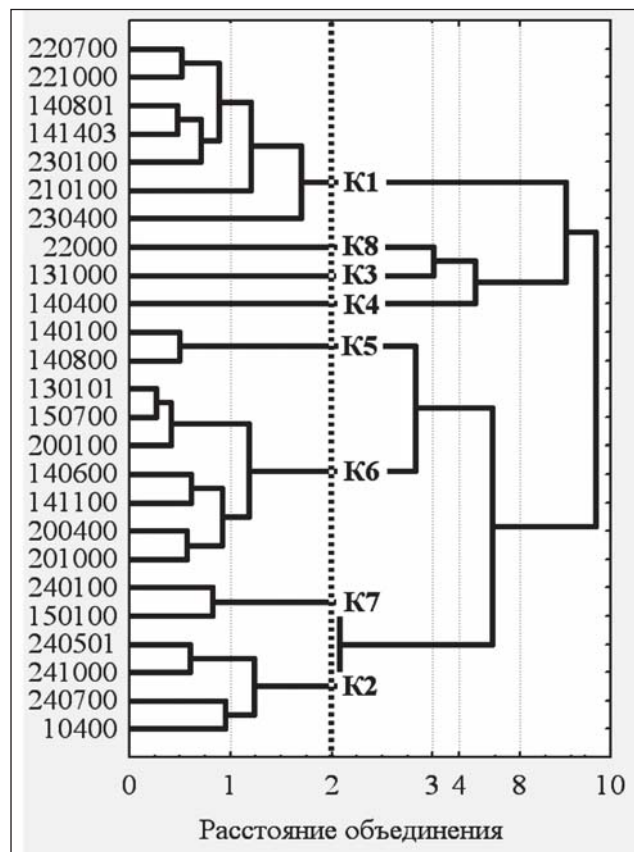


Рис. 3. Горизонтальная дендрограмма НП в факторном пространстве {Ф1, Ф2, Ф3, Ф4}

объединения, равного 2 (пунктирная вертикальная прямая), соответствуют 8 кластеров (К1–К8). Предлагаемая 8-кластерная высококачественная модель НП согласно  $\lambda$ -критерию Уилкса высоко значимо (на уровне значимости  $p < 0,00005$ ) различает 8 кластеров НП по совокупности Ф1, Ф2, Ф3, Ф4. Далее можно оценить качество проведенной классификации для каждого фактора. В рассматриваемом случае параметрический F-критерий показывает высоко значимое (на уровне  $p < 0,0005$ ) различие по совокупности кластеров для каждого фактора. Если учесть порядковый характер балльной шкалы измерения успеваемости абитуриентов, то результаты параметрического дисперсионного анализа качества классификации НП необходимо подтвердить результатами непараметрического (рангового) дисперсионного анализа. Ранговый критерий Краскела–Уоллиса смягчает эти различия по совокупности кластеров для фактора Ф1 до сильно

значимого (на уровне  $p \approx 0,004$ ), для фактора Ф3 – до статистически значимого (на уровне  $p \approx 0,013$ ) и для факторов Ф2 и Ф4 – до слабо значимого (на уровне  $0,05 < p < 0,10$ ).

После получения результатов классификации рассчитываются средние значения кластеров по каждому показателю, что допускает очень компактную наглядную интерпретацию (рис. 4).

Согласно апостериорному критерию наименьших значений разности (НЗР) можно выделить для каждого фактора однородные группы кластеров, расположенные в порядке убывания факторных средних:

Ф1: {К1, К2, К4, К5, К3}, {К2, К4, К5, К3, К7, К6}, {К5, К3, К7, К6, К8};

Ф2: {К4}, {К3, К5, К7}, {К7, К2, К6, К8, К1};

Ф3: {К3}, {К1, К6, К5, К4}, {К4, К8}, {К2, К7};

Ф4: {К8}, {К3}, {К4, К2, К1, К7, К5, К6}.

Ранговый критерий Краскела–Уоллиса смягчает эти различия в случае Ф2, Ф3 и Ф4 за счет аномального положения монокластеров следующим образом:

Ф1: {К1, К2, К4, К5, К3}, {К2, К4, К5, К3, К7, К6}, {К5, К3, К7, К6, К8};

Ф2: {К4, К3, К5, К7}, {К7, К2, К6, К8, К1};

Ф3: {К3, К1, К6, К5, К4, К8}, {К4, К8, К2, К7};

Ф4: {К8, К3, К4, К2, К1}, {К4, К2, К1, К7, К5, К6}.

На основании рис. 4 в факторном пространстве {Ф1, Ф2, Ф3, Ф4} можно провести качественную классификацию НП в номинальной шкале измерений (табл. 2), полагая в качестве уровня «Средний» –

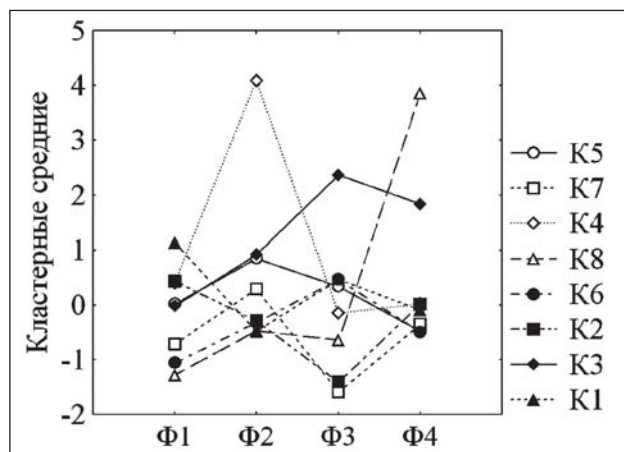


Рис. 4. Линейные графики кластерных средних НП

Таблица 2  
Качественная классификация НП (приоритетные помечены звездочкой) ТПУ в номинальной шкале

| Кластер | НП<br>(специальности)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Уровень кластера по факторам |                |                |         |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|---------|
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ф1                           | Ф2             | Ф3             | Ф4      |
| K5      | 140100* – Теплоэнергетика и теплотехника<br>140800* – Ядерные физика и технологии                                                                                                                                                                                                                                                | Средн.                       | Выше<br>средн. | Средн.+        | Средн.– |
| K7      | 240100* – Химическая технология<br>150100* – Материаловедение                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ниже<br>средн.               | Средн.+        | Аут-<br>сайдер | Средн.– |
| K4      | 140400* – Электроэнергетика и электротехника                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Средн.+                      | Лидер          | Средн.         | Средн.  |
| K8      | 022000 – Экология и природопользование                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ниже<br>средн.               | Средн.–        | Ниже<br>средн. | Лидер   |
| K6      | 130101 – Прикладная геология<br>140600 – Высокотехнологические установки<br>141100* – Энергетическое машиностроение<br>150700 – Машиностроение<br>200100* – Приборостроение<br>200400* – Опотехника<br>201000* – Биотехнические системы и технологии                                                                             | Ниже<br>средн.               | Средн.–        | Средн.+        | Средн.– |
| K2      | 240501* – Химическая технология материалов<br>240700* – Биотехнология<br>010400 – Прикладная математика и информатика<br>241000* – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии                                                                                                                                 | Средн.                       | Средн.–        | Аут-<br>сайдер | Средн.  |
| K3      | 131000 – Нефтегазовое дело                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Средн.                       | Выше<br>средн. | Лидер          | Лидер   |
| K1      | 220700* – Автоматизация технологических процессов<br>230400* – Информационные системы и технологии<br>140801* – Электроника и автоматика физических установок<br>141403* – Атомные станции<br>210100* – Электроника и нанoeлектроника<br>221000* – Мехатроника и робототехника<br>230100* – Информатика и вычислительная техника | Выше<br>средн.               | Средн.–        | Средн.+        | Средн.  |

стандартизированный интервал  $(-0,25; +0,25)$  для факторных показателей, «Средний+» – стандартизированный интервал  $(+0,25; +0,6)$ , «Средний–» – стандартизированный интервал  $(-0,6; -0,25)$ . Аномально высокие значения  $(> +1,4)$  определяют уровень «Лидер», а аномально низкие значения  $(< -1,4)$  определяют уровень «Аутсайдер». Промежуточные значения между средними и аномальными определяют уровень «Выше среднего» и «Ниже среднего» соответственно.

Согласно табл. 2 среди 25 основных НП ТПУ 2013 г. выделены прежде всего 3 монокластера, характеризующиеся аномально высокими значениями по отдельным факторным ПКН: K4 (140400\* – Электроэнергетика и электротехника) – лидер по количеству приема при среднем уровне качества, K8 (022000 – Экология и природопользование) – лидер по конкурсу приема

при малочисленном наборе слабого качества, K3 (131000 – Нефтегазовое дело) – лидер федерального качества и по конкурсу приема и при наборе 3 групп (ПП=75) среднего вузовского качества. Еще 2 кластера K2 и K7 (наполовину с химическим уклоном) характеризуются аномально низким федеральным качеством при малочисленном наборе средне-слабого вузовского качества и конкурсу приема. К многочисленному по набору K4 близок K5 (140100\* – Теплоэнергетика и теплотехника и 140800\* – Ядерные физика и технологии) с родственными НП. Оставшиеся K6 и K1, объединяющие по 7 НП, различаются в основном вузовским качеством (ниже среднего у K6 и выше среднего у K1) при среднем уровне остальных факторных ПКН.

Результаты проведенного статистического анализа могут быть учтены при принятии управленческих решений в рамках проходящей

реформы высшего образования, например при принятии решения по распределению контрольных цифр приема студентов по направлениям подготовки, а также при корректировке направлений деятельности для обеспечения качественного набора абитуриентов и формировании выравнивающих и адаптационных курсов обучения студентов [19].

### Выводы

1. Согласно рис. 2 на корреляционной основе можно выделить 4 группы ПКН: {РНП, РНПК}, {Кон}, {МБ, ОБ, ВТ, ПБ}, {ПП, ННП, НВТ}.

2. С помощью факторного анализа построена 4-факторная модель ПКН НП 2013 г., объясняющая изменчивость ПКН на  $\approx 96,3\%$ .

3. В рамках кластерного анализа в 4-мерном факторном пространстве ПКН построена кластерная модель НП, позволяющая проводить кластеризацию на любом уровне, т.е. строить кластерную модель с любым наперед заданным числом кластеров. Подробно рассмотрена 8-кластерная высококачественная модель НП ТПУ 2013 г. Для каждого показателя выделены группы однородных кластеров.

4. Проведенные исследования могут быть учтены при принятии решения по распределению контрольных цифр приема студентов по направлениям подготовки, а также при корректировке направлений деятельности для обеспечения качественного набора абитуриентов и формировании выравнивающих и адаптационных курсов обучения студентов [19].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Баронин С.А., Сюев К.С. Основные проблемные ситуации высшего образования // Высшее образование в России. – 2013. – № 1. – С. 110–115.
2. Воронова Т.Г. Модернизация системы высшего образования: мониторинг эффективности вузов / Т.Г. Воронова, Д.Г. Матишов, В.Н. Попов, А.Е. Хинштейн // Вест. Воронежского гос. ун-та. Сер.: Проблемы высшего образования. – 2013. – № 2. – С. 16–20.
3. Вахитов Д.Р., Ковалькова Е.Ю., Нуртдинов Р.М. Проблемные аспекты реформирования высшего образования в Российской Федерации // Вест. Казанского техн. ун-та. – 2013. – Т. 16, № 2. – С. 270–275.
4. Симонянц Р.П. Проблемы инженерного образования и их решение с участием промышленности // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. – 2014. – № 3. – С. 394–419.
5. Акатьев В.А., Волкова Л.В. Инженерное образование в постиндустриальной России // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 40.
6. Воронина Л.Н., Кеммет Е.В. Инженерное образование сегодня и завтра: социологический анализ // Вест. Сургутского гос. пед. ун-та. – 2014. – № 2 (29). – С. 106–112.
7. Шаховская Л.С. Актуальные проблемы подготовки инженерных кадров в вузах: региональный аспект / Л.С. Шаховская, В.А. Пономарев, Е.Г. Гущина и др. // Изв. Волгоградского гос. техн. ун-та. – 2014. – Т. 18, № 4 (131). – С. 6–12.
8. Подлесный С.А., Масальский Г.Б. Пути повышения качества подготовки инженеров в контексте мировых и отечественных тенденций // Журнал Сибирского федерального ун-та. Сер.: Техника и технологии. – 2014. – Т. 7, № 2. – С. 235–247.
9. Показатели мониторинга деятельности федеральных государственных высших учебных заведений и их филиалов (24 декабря 2012 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/новости/2932> (дата обращения: 12.10.13).
10. Голованов П.А., Тупоносова Е.П. Анализ российского рейтинга вуза по среднему баллу ЕГЭ // Вест. Самарского гос. техн. ун-та. Сер.: Экономические науки. – 2014. – № 2 (12). – С. 80–85.
11. Федюлин А.А., Минаев В.А. Распределение контрольных цифр приема студентов в контексте эффективности деятельности вузов // Высшее образование сегодня. – 2014. – № 2. – С. 25–28.
12. Пыхтин А.И., Емельянов И.П. Концепция организации приема в вузы на основе проведения единого Всероссийского конкурса по направлениям подготовки и специальностям // Изв. Юго-Западного гос. ун-та. – 2013. – № 2 (47). – С. 086–088.
13. Гавриленко А.В., Гавриленко Е.В., Наривончик С.Н. Современные тенденции приема абитуриентов в региональные технические вузы на примере Тверского государственного технического университета // Вест. Тверского гос. техн. ун-та. Сер.: Науки об обществе и гуманитарные науки. – 2014. – № 1. – С. 22–27.
14. Ефимова И.Н., Маковейчук А.В. Анализ влияния роли рейтинговых позиций вуза на мотивацию абитуриентов при выборе места обучения: прикладной аспект // Вест. Пермского ун-та. Философия. Психология. Социология. – 2014. – № 1 (17). – С. 173–181.
15. Корф В.П. Оценка конкурентоспособности ведущих российских университетов с использованием метода главных компонент // Бизнес-информатика. – 2014. – № 2 (28). – С. 63–71.
16. Вихарева О.Н., Сокольников И.В. Оценка качества услуг высшего профессионального образования: кластерный подход // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 5. – С. 249–252.
17. Яковлев В.Б. Применение кластерного анализа в региональной статистике российского образования // Вест. Московского городского пед. ун-та. Сер.: Информатика и информатизация образования. – 2014. – № 2 (28). – С. 65–70.
18. Арефьев В.П. Кластеризация классических университетов на основе вступительных испытаний / В.П. Арефьев, А.А. Михальчук, Д.В. Болтовский, А.В. Петиченко // Открытое и дистанционное образование. – 2011. – № 3. – С. 20–31.
19. Образование в ТПУ: итоги 2012/13 учебного года / И.А. Абрашкина [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехн. ун-т (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 318 с.

20. *Качество приема в вузы – 2013* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.hse.ru/ege/second\\_section2013](http://www.hse.ru/ege/second_section2013) (дата обращения: 12.01.15).

21. *Конкурс 2013 года* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://abiturient.tpu.ru/navigation/how/konkursyi-proshlyix-let/> (дата обращения: 12.01.15).

22. Халафян А.А. *Statistica 6. Статистический анализ данных*. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2008. – 512 с.

Arefiev V.P., Mikhalechuk A.A.,  
Filipenko N.M., Novoseltseva D.A.  
Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia  
**CLUSTERIZATION OF DIRECTIONS  
OF TRAINING AT RUSSIAN TECHNICAL  
COLLEGE IN FACTORIAL SPACE  
OF ENTRANCE EXAMINATIONS**

**Keywords:** multivariate statistical analysis, directions of training, indicators of recruitment, entrance examinations.

In this work one of the problems of modern Russian reforming of higher engineering education in the transition to an innovative model of economic development - the problem of improving the quality of education and assessment of higher education reforming in the Russian Federation is discussed. One of the basic indicators of the effectiveness assessment of university learning is an average score of USE (Unified State Exam), that is an entry criterion, one of the indicators of quality of recruitment (IQR). Taking Tomsk Polytechnic University (TPU) by the example, we have carried out a multivariate statistical analysis of entrants IQR in various directions of training (DT) at Russian higher educational institutions on basis of entrance examination results in 2013. The components of the statistical method of the study are correlation, factor, cluster and variance analyses. As an IQR, the following three groups of input indicators were used: rating calculated index USE TPU DT among other universities, indicators of student recruitment in TPU DT (admission plan for the state-funded places, competition, passing score, total score of the applicant, scores in mathematics, number of accepted students in each DT and indicators of the entrance test (scores in maths and number of participated in DT). The statistical analysis of 25 main DT for the most typical IQR revealed the following features: main DT have diverse (from multimodal to normal) distribution laws, they are generally small in number, are often characterized by low competi-

tion and involve a strong pair correlation. Four IQR groups were identified on the correlation basis, and with the help of the factor analysis the 4-factor IQR model was built, which explains the overall variability by the first three factors in 87.4%, and by the fourth - 96.3%. In this case, the new variables are interpreted as factors of federal quality, university quality, competition and quantity. In the framework of the factor space of IQR developed the tree-like DT clusterization was performed, which makes it possible to receive the appropriate number of clusters depending on choice of association distance. To evaluate the quality of DT cluster model selected we used criteria of both parametric and rank variance analyses. The 8-cluster qualitative model of technical DT TPU was proposed that allows us to distinguish DT groups which are uniform in overall factor indicators. Using a posteriori multiple comparison criterion, uniform groups of clusters are identified for each factor. In the framework of the model proposed the DT classification in the nominal scale of measurements was carried out. The results of the statistical analysis may be taken into account when making management decisions within the ongoing reform in higher education. The analyses made may be taken into account in choice decision for distribution of the admission quotas students in majors, as well as for adjustment of directions of activity to ensure a high quality set of entrants and the formation of equalization and adaptive courses for university students.

#### REFERENCES

1. Baronin S.A., Sjuzev K.S. Osnovnye problemnye situacii vysshego obrazovaniya // Vysshее образование v Rossii. – 2013. – № 1. – S. 110–115.
2. Voronova T.G. Modernizaciya sistemy vysshego obrazovaniya: monitoring jeffektivnosti vuzov / T.G. Voronova, D.G. Matishov, V.N. Popov, A.E. Hinshtejn // Vest. Voronezhskogo gos. un-ta. Ser.: Problemy vysshego obrazovaniya. – 2013. – № 2. – S. 16–20.
3. Vahitov D.R., Koval'kova E.Ju., Nurtdinov R.M. Problemnye aspekty reformirovaniya vysshego obrazovaniya v Rossijskoj Federacii // Vest. Kazanskogo tehn. un-ta. – 2013. – T. 16, № 2. – S. 270–275.
4. Simon'janc R.P. Problemy inzhenerenogo obrazovaniya i ih reshenie s uchastiem promyshlennosti // Nauka i obrazovanie: jelektronnoe nauchno-tehnicheskoe izdanie. – 2014. – № 3. – S. 394–419.
5. Akat'ev V.A., Volkova L.V. Inzhenernoe obrazovanie v postindustrial'noj Rossii // So-vremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 5. – S. 40.
6. Voronina L.N., Kemmet E.V. Inzhenernoe obrazovanie segodnja i zavtra: sociologicheskij analiz // Vest. Surgutskogo gos. ped. un-ta. – 2014. – № 2 (29). – S. 106–112.

7. *Shahovskaja L.S.* Aktual'nye problemy podgotovki inzhenernyh kadrov v vuzah: regional'-nyj aspekt / L.S. Shahovskaja, V.A. Ponomarev, E.G. Gushhina i dr. // *Izv. Volgogradskogo gos. tehn. un-ta.* – 2014. – T. 18, № 4 (131). – S. 6–12.
8. *Podlesnyj S.A., Masal'skij G.B.* Puti povyshenija kachestva podgotovki inzhenerov v kontekste mirovyh i otechestvennyh tendencij // *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo un-ta. Ser.: Tekhnika i tehnologii.* – 2014. – T. 7, № 2. – S. 235–247.
9. *Pokazateli* monitoringa dejatel'nosti federal'nyh gosudarstvennyh vysshih uchebnyh za-vedenij i ih filialov (24 dekabrya 2012 g.) [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://minobrnauki RF/novosti/2932> (data obrashhenija: 12.10.13).
10. *Golovanov P.A., Tuponosova E.P.* Analiz Rossijskogo rejtinga vuza po srednemu ballu EGJe // *Vest. Samarskogo gos. tehn. un-ta. Ser.: Jekonomicheskie nauki.* – 2014. – № 2 (12). – S. 80–85.
11. *Fedulin A.A., Minaev V.A.* Raspredelenie kontrol'nyh cifr priema studentov v kontekste jeffektivnosti dejatel'nosti vuzov // *Vysshee obrazovanie segodnja.* – 2014. – № 2. – S. 25–28.
12. *Pyhtin A.I., Emel'janov I.P.* koncepcija organizacii priema v vuzy na osnove provedenija edinogo Vserossijskogo konkursa po napravlenijam podgotovki i special'nostjam // *Izv. Jugo-Zapadnogo gos. un-ta.* – 2013. – № 2 (47). – S. 086–088.
13. *Gavrilenko A.V., Gavrilenko E.V., Narivonchik S.N.* Sovremennye tendencii priema abiturientov v regional'nye tehnicheckie vuzy na primere Tverskogo gosudarstvennogo tehnicheckogo universiteta // *Vest. Tverskogo gos. tehn. un-ta. Ser.: Nauki ob obshhestve i gumanitar'-nye nauki.* – 2014. – № 1. – S. 22–27.
14. *Efimova I.N., Makovejchuk A.V.* Analiz vlijanija roli rejtingovyh pozicij vuza na moti-vaciju abiturientov pri vybore mesta obuchenija: prikladnoj aspekt // *Vest. Permskogo un-ta. Filosofija. Psihologija. Sociologija.* – 2014. – № 1 (17). – S. 173–181.
15. *Korf V.P.* Ocenka konkurentosposobnosti vedushhih Rossijskikh universitetov s ispol'zo-vaniem metoda glavnyh komponent // *Biznes-informatika.* – 2014. – № 2 (28). – S. 63–71.
16. *Vihareva O.N., Sokol'nik I.V.* Ocenka kachestva uslug vysshego professional'nogo obrazo-vanija: klasterij podhod // *Teorija i praktika obshhestvennogo razvitiya.* – 2013. – № 5. – S. 249–252.
17. *Jakovlev V.B.* Primenenie klaster'nogo analiza v regional'noj statistike Rossijskogo ob-razovanija // *Vest. Moskovskogo gorodskogo ped. un-ta. Ser.: Informatika i informatizacija obrazovanija.* – 2014. – № 2 (28). – S. 65–70.
18. *Aref'ev V.P.* Klasterizacija klassicheskikh universitetov na osnove vstupitel'nyh ispy-tanij / V.P. Aref'ev, A.A. Mihal'chuk, D.V. Boltovskij, A.V. Petichenko // *Otkrytoe i distan-cionnoe obrazovanie.* – 2011. – № 3. – C. 20–31.
19. *Obrazovanie v TPU: itogi 2012/13 uchebnogo goda* / I. A. Abrashkina [i dr.]; Nacional'nyj issledovatel'skij Tomskij politehn. un-t (TPU). – Tomsk: Izd-vo TPU, 2013. – 318 s.
20. *Kachestvo priema v vuzy – 2013* [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [http://www.hse.ru/ege/second\\_section2013](http://www.hse.ru/ege/second_section2013) (data obrashhenija: 12.01.15).
21. *Konkurs 2013 goda* [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://abiturient.tpu.ru/navigation/how/konkursyi-proshlyix-let/> (data obrashhenija: 12.01.15).
22. *Halafjan A.A.* Statistika 6. Statisticheskij analiz dannyh. – M.: OOO «Binom-Press», 2008. – 512 s.