

УДК 004.832.22

Кавицкая В. С.,

Крисилов В. А., д-р техн. наук,

Любченко В. В., д-р техн. наук

ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ РЕЙТИНГОВОГО ПРОСТРАНСТВА ОЦЕНКИ УНИВЕРСИТЕТОВ

Аннотация: Рассматривается проблема обеспечения адекватности результатов оценки университетов рейтинговыми системами. Процесс оценки университета рейтинговой системой рассматривается как процесс оценки сложных объектов. Предлагается преобразованное пространство оценки университетов, рассматриваются основные свойства. Предлагается метод целенаправленного формирования пространства оценки университетов, что позволяет сравнивать рейтинговые системы университетов, обеспечивая адекватность результатов оценки.

Ключевые слова: оценка сложных объектов, рейтинг рейтингов, преобразованное пространство оценки университетов, адекватность рейтинговых систем.

Кавіцька В. С.,

Крісілов В. А., д-р техн. наук,

Любченко В. В., д-р техн. наук

ЦІЕСПРЯМОВАНЕ ФОРМУВАННЯ РЕЙТИНГОВОГО ПРОСТОРУ ОЦІНКИ УНІВЕРСИТЕТІВ

Анотація: Розглядається проблема забезпечення адекватності результатів оцінки університетів рейтинговими системами. Процес оцінки університету рейтинговою системою розглядається як процес оцінки складних об'єктів. Пропонується перетворений простір оцінки університетів, розглядаються його основні властивості. Пропонується метод цілеспрямованого формування простору оцінки університетів, що дозволяє порівнювати рейтингові системи університетів, забезпечуючи адекватність результатів оцінки.

Ключові слова: оцінка складних об'єктів, рейтинг рейтингів, перетворений простір оцінки університетів, адекватність рейтингових систем.

Kavitska V. S.,

Krissilov V. A., ScD,

Liubchenko V. V., ScD

TARGETED FORMING OF RANKING SPACE OF UNIVERSITY EVALUATION

Annotation: The problem of ensuring the adequacy of the university evaluation by ranking systems is considered. The evaluation university process with ranking systems is considered as a process of complex objects evaluation. The converted space of university evaluation is proposed, its basic properties are considered. A method of the targeted space forming for university evaluation is proposed that allows comparing the ranking system of universities, and ensuring the adequacy of the evaluation results.

Keywords: evaluation of complex objects, ranking of rankings, converted space of university evaluation, adequacy of ranking systems.

1. Введение. Рейтинговые системы (РС) университетов уже прочно укрепились в образовательной среде и оказывают влияние на оценку университета в мировом масштабе. На сегодняшний день существует большое количество РС, каждая из которых обладает своими свойствами:

- перечень индикаторов, включаемых в РС
- выбор библиометрических показателей и индикаторов репутации университета;
- значимость показателей РС (весовые

коэффициенты);

— способ формирования оценок: расчет интегрального показателя или отнесение к категориям, формулы расчета, использование абсолютных, нормированных или сводных величин и т.д.

Учитывая разнообразие РС университетов и их свойств, возникает проблема обеспечения адекватности результатов оценки РС. Под адекватностью результатов оценки РС понимают

правильное количественное оценивание университета по выбранному множеству индикаторов РС с заданной степенью точности. При этом имеется в виду адекватность по тем свойствам университета, которые являются для РС существенными и определяются в соответствии с целью РС [1].

В 2004 году Европейским центром по высшему образованию ЮНЕСКО (UNESCO-CEPES, г. Бухарест, Румыния) и Институтом политики в области высшего образования (г. Вашингтон, США) была создана международная экспертная группа по ранжированию (IREG). В рамках этой же инициативы на второй конференции IREG-2 (Берлин, 18-20 мая 2006 г.) было подписано соглашение о принятии принципов качества и надлежащей практики при ранжировании университетов – Берлинские принципы ранжирования высших учебных заведений. Целью данной инициативы стало создание основной схемы разработки и распространения рейтингов независимо от того, являются ли они национальными, региональными или глобальными, что в конечном счете должно привести к созданию системы непрерывного совершенствования методологии проведения ранжирования. Поскольку методологии проведения и индикаторы рейтингов, весьма разнородны, данные принципы ранжирования необходимы для их совершенствования, сравнения и оценки [2].

Отметим, что университет представляет собой сложный объект, так как обладает сложноорганизованной структурой, которая состоит из подразделений (факультеты, кафедры), отдельных сотрудников, различных видов деятельности. Каждая составляющая университета обладает как количественными, так и качественными свойствами. Процесс оценки сложных

объектов подразумевает формирование количественной характеристики рассматриваемого объекта, учитывающей все его свойства и функции, существенные в условиях решения конкретной задачи, что и является результатом оценки в соответствии с РС.

Кроме того, анализ сложных систем, таких как РС, невозможен без описания и учета цели их функционирования. Формализованное описание и учет цели конкретной рейтинговой системы позволяет не только оптимизировать затраты на разработку и функционирование РС, но и количественно оценить степень достижения этой цели, что и лежит в основе процесса формирования рейтинга университета, что соответствует Берлинским принципам ранжирования университетов.

Анализ работ [3-7] позволяет сделать вывод, что целесообразным развитием процесса анализа и гарантирования адекватности оценки рейтингов университетов является формирование методов, которые бы обеспечивали формализацию этого процесса, позволили бы сравнивать между собой разные рейтинговые системы (рейтинг рейтингов). В связи с этим, **целью работы** является разработка метода целенаправленного формирования рейтингового пространства оценки университетов.

2. Постановка задачи оценки университетов рейтинговой системой. Пусть университет описывается множеством свойств $S=\{s_1, s_2, ..., s_m\}$. В рамках некоторой РС к нему предъявляется множество требований $V=\{v_1, v_2, ..., v_n\}$, которые определяются индикаторами РС. Тогда необходимо установить прямое соответствие свойств университета предъявленным требованиям $F(V) \rightarrow S$ (рис. 1).

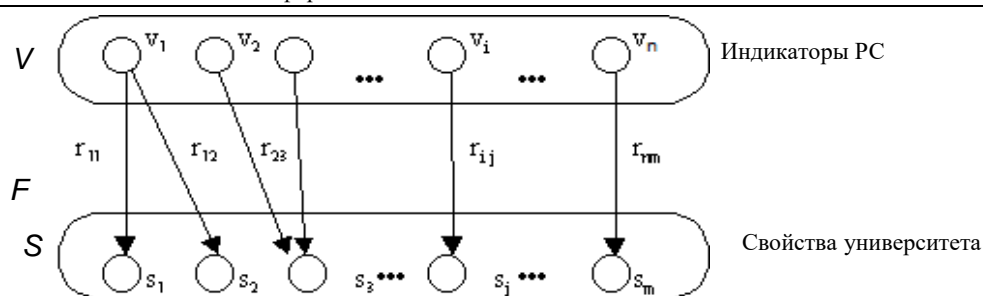


Рис.1. Соответствие свойств университета требованиям, предъявленным к нему в рамках конкретной РС

В любом процессе оценки всегда участвуют субъект и объект оценки. Каждый оцениваемый университет характеризуется конкретными свойствами, которые в общем случае могут быть как количественными, так и качественными. Оценка должна учитывать значение свойств университета только с точки зрения их соответствия требованиям РС, потому что университет должен получать разные оценки при изменении системы требований, предъявляемых к нему РС. Фактически оценка университета должна формироваться как мера соответствия между свойствами университета и требованиями, которые предъявляет РС, определяемые индикаторами. Результатом этого является то, что один и тот же университет получит разные итоговые оценки в разных рейтинговых системах.

Понятие требования позволяет формализовать описание цели каждой рассматриваемой РС. Введение и формальное рассмотрение системы требований (в виде индикаторов РС) к анализируемому университету является необходимым условием корректного оценивания университетов.

Следует отметить, что различные требования по-разному влияют на процесс оценки университета в рейтинге. Требования имеют разную значимость в каждой РС. В общей оценке должны быть учтены все требования, но друг по отношению к другу они имеют разную значимость. Предельным случаем высокой значимости некоторого требования является ситуация, когда несоответствие университета этому требованию приводит к полностью неудовлетворительной общей оценки университета. Это означает, что во всем

множестве требований могут присутствовать такие требования, невыполнение которых не может быть компенсировано высокой степенью соответствия другим требованиям [8].

Требования, предъявляемые РС, должны быть измеримые и верифицируемые. Должна существовать возможность проверки достоверности исходных данных по каждому университету.

3. Преобразованное пространство оценки университетов. Благодаря введению соответствия «требование РС – свойство университета» можно задавать значение или диапазоны значений соответствующих свойств университета, которые максимально удовлетворяют требованию. Это приводит к формированию эталона оценки – университета, все свойства которого удовлетворяют всем требованиям на 100 % (положительный эталон). Эталону может отвечать реальный университет или гипотетический «идеал». Эталон задает точку отсчета, относительно которой может быть сделано количественное оценивание других университетов.

Эталонов в действительности два – положительный и отрицательный. Отрицательный эталон – это университет, все свойства которого отвечают всем требованиям на 0 %.

Следовательно, введенное понятие эталона является непосредственным выражением цели конкретной РС. Именно мера соответствия анализируемого университета сформированному эталону и является оценкой университета в рамках конкретной РС. Для наглядности следующих рассуждений целесообразно рассмотреть геометрическую интерпретацию задачи

оценки университетов. Поскольку общая оценка университета состоит из его элементарных оценок, обусловленных в рамках пары $v_i \rightarrow s_j$, то мерность пространства определяется количеством n дуг r_{ij} , которые описывают соответствие свойств университета и требований, предъявляемых РС. Если принять, что такая оценка выражается в процентах и не превышает 100 %, то это пространство окажется ограниченным – многомерным кубом со стороной 100. Частный случай такого пространства для $n=3$ изображен на рис. 2.

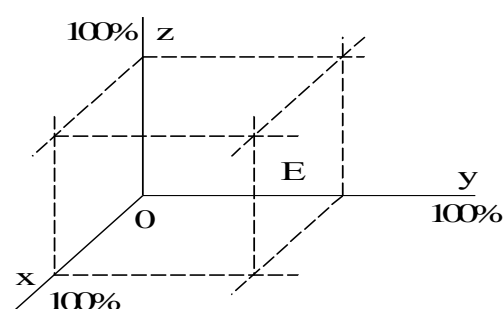


Рис. 2. Преобразованное пространство оценки университетов

В пространстве (рис. 2) положительный эталон – точка Е с координатами (100, 100, 100), и отрицательный эталон – точка О. Все множество оцениваемых университетов располагается внутри данного многомерного куба и может быть оценено путем вычисления их расстояния от соответствующего эталона.

4. Метод целенаправленного формирования пространства оценки университетов. Рассмотрим некоторые свойства предложенного пространства оценки университетов.

Теорема 1. Для представления любого измерения (требования) в n -мерном пространстве оценки университетов необходимо и достаточно ограниченного диапазона допустимых значений для количественных свойств и конечного множества допустимых значений для качественных свойств.

Доказательство достаточности ограниченного диапазона допустимых значений для количественных свойств и

конечного множества допустимых значений для качественных свойств непосредственно базируется на теореме Котельникова о конечном множестве отсчетов для представления любой функции с ограниченным спектром с заранее заданной точностью [9].

Необходимость ограниченного диапазона допустимых значений для количественных свойств и конечного множества допустимых значений для качественных свойств может быть доказана от противного. Пусть количество градаций для некоторого измерения (требования) бесконечно, т.е. $\lim(N)=+\infty$. Тогда следует, что и диаметр (максимальное расстояние) D_{max} для этого измерения (требования) бесконечно: $\lim(D_{max})=+\infty$. При этом университеты, имеющие по этому измерению (требованию) значения D_{min} и D_{max} абсолютно не соизмеримы, что для процесса оценки является противоречием.

Доказательство закончено.

Теорема 1 дает возможность наглядно представить и эффективно решить одну из проблем, возникающих в пространстве оценки университетов. На практике каждая РС содержит значительное количество дискретных требований. Это приводит к возникновению частичной или даже полной неразличимости университетов, имеющих одинаковые значения требований. Предельным случаем является ситуация, когда пространство оценки университетов полностью дискретно [10].

Таким образом, пространство оценки университетов имеет искусственный характер, и может подвергаться различным изменениям в значительной степени. Для повышения различимости или неразличимости университетов, обусловленных целью конкретной РС, можно изменять масштаб одного или группы требований, можно конструировать из имеющихся или вводить новые требования. Для формализации этих процессов сформулируем и докажем следующие теоремы.

Теорема 2. В n -мерном пространстве оценки университетов существует измерение (требование) X_{max} , обеспечивающее

расстояние $D=D_{max}$ между двумя произвольными несовпадающими университетами (т.е. требование, обладающее максимальной разрешающей способностью).

Доказательство: через две точки в любом пространстве можно провести прямую, и только одну. Эта прямая и задает измерение (требование) X_{max} , обеспечивающее расстояние между ними $D=D_{max}$. Это расстояние больше либо равно расстоянию по любому другому измерению (требованию), поскольку все другие расстояния являются проекциями на соответствующие оси.

Доказательство закончено.

Следствием этой теоремы является то, что в n -мерном пространстве оценки университетов существует измерение (требование) X_{min} , обеспечивающее расстояние $D=0$, т.е. полную неразличимость (совпадение) для двух произвольных несовпадающих университетов.

Это следствие доказывается исходя из законов тригонометрии. Однако, следует отметить, что для пространств с мерностью больше 2-х таких измерений (требований) X_{min} бесконечное количество (в отличие от X_{max} , которое единственное).

Теорема 3. В n -мерном пространстве оценки университетов существует измерение (требование) X_{max} , обеспечивающее расстояние $D=D_{max}$ между двумя компактными классами (обладающее максимальной разрешающей способностью).

Доказательство: два произвольных множества университетов только тогда могут быть названы классами, когда они удовлетворяют гипотезе компактности в выбранной метрике. Это означает, что для каждого из классов можно найти точку, являющуюся геометрическим центром зоны компактности или центром масс. Расстояние именно между этими точками разных классов и нужно максимизировать (минимизировать). Тогда доказательство сводится к доказательству Теоремы 2.

Следствие: В n -мерном пространстве оценки университетов существует измерение (требование), обеспечивающее расстояние $D=0$ (полную неразличимость (совпадение))

для двух компактных классов (таксонов).

Доказанные Теоремы 2 и 3 позволяют целенаправленно преобразовывать пространство оценки университетов для придания ему свойств, соответствующих цели конкретной РС, что обеспечивает адекватность оценки университетов.

Рассмотрим другие свойства предложенного пространства.

В n -мерном пространстве оценки все множество анализируемых университетов $U = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ отображается в точки с координатами $Y_i = (k_{1i}, k_{2i}, \dots, k_{ni})$, для них величина расстояния от точки E (для определенности – $E=(0, 0, \dots, 0)$) задает отношение порядка P так, что: $(K_i > K_j) \Leftrightarrow (Y_i > Y_j)$ и $(K_i = K_j) \Leftrightarrow (Y_i \sim Y_j)$.

Исследуем влияние на этот порядок P таких изменений как:

- добавление/удаление университета, Y_i ;
- добавление/удаление требований – индикаторов РС, v_i ;
- добавление/удаление свойств университета s_i ;
- изменение $F:V \rightarrow S$ (добавление пары (v_i, s_j) , удаление пары (v_i, s_j)).

Для п. 1 очевидно, что поскольку величина K_i (оценка Y_i) вычисляется в пространстве оценки как расстояние до эталона E на основании только значений свойств Y_i и не зависит от значений свойств других университетов, то добавление/удаление университета Y_i никак не изменит относительного расположения точек и порядок будет сохраняться. Таким образом:

- а) при удалении Y_i получится порядок $P = P/P_i$, где P_i – это множество пар, в которые входит Y_i ;
- б) при добавлении Y_i получается порядок P такой, что $P = P \cup P_i$, где P_i множество пар, устанавливающих бинарное отношение между Y_i и всеми рассматриваемыми в оценке университетами.

И в случае а), и в случае б) имеется подмножество пар (образующих P и P_i соответственно), которое остается неизменным при удалении/добавлении университета.

Аналогично, удаление/добавление

любого количества университетов не приводит к изменению порядка между университетами первоначального множества U .

Исследование п.п. 2, 3, 4 может быть объединено, т.к. любой из них означает добавление/удаление требований (индикаторов РС) в пространстве оценки.

Сначала рассмотрим случай добавления нового требования. При этом исходим из соизмеримости требований, т.е. $N_1 \sim N_2 \sim \dots \sim N_n \sim N_{n+1}$.

$R = (k_1 \times k_2 \times \dots \times k_n)$ – исходное пространство оценки университетов. В нем на основании величины $K_i = \|Y_i, E\|$, сопоставленной с каждым Y_i , установлен порядок P .

$R^{+1} = (k_1 \times k_2 \times \dots \times k_n \times k_{n+1})$ – новое пространство оценки университетов, полученное после введения, требования k_{n+1} . В нем на основании величин $K_i^{+1} = \|Y_i, E^{+1}\|$, вычисленных в новом пространстве для тех же университетов, устанавливается порядок P^{+1} .

$K_i^k = \|Y_i, E^k\|$ – оценка университета y_i по $(n+1)$ -му измерению. На основании этих величин может быть установлен порядок P^k , задающий упорядочивание тех же университетов из U по новому требованию.

Задача состоит, в том, чтобы на основании знания порядков P и P^k установить порядок P^{+1} , а также исследовать влияние вновь вносимого порядка P^k на существующий порядок P .

Будем называть *отличием по порядку* между двумя Y_i и Y_j величину: $d_{ij} = K_i - K_j$.

Очевидно, что для него справедливы следующие выражения:

$$— (d_{ij} = 0) \Leftrightarrow (Y_i \sim Y_j),$$

$$— (d_{ij} > 0) \Leftrightarrow (Y_i > Y_j),$$

$$— (d_{ij} < 0) \Leftrightarrow (Y_i < Y_j).$$

Сведём все эти величины для каждого из рассматриваемых порядков в соответствующие матрицы: D, D^{+1}, D^k (табл. 1).

Таблица 1 — Сводная таблица для каждого порядка

	y_1	y_2	...	y_i
y_1	0	d_{12}		
y_2	d_{21}	0		
...			0	d_{ij}
y_i				0

Очевидно, для этих матриц справедливо:

1) эти матрицы квадратные,

2) на главной диагонали 0,

3) $d_{ij} = -d_{ji}$.

Заметим, что для евклидовой метрики справедливо:

$$K_i^{+1} = \sqrt{K_i^2 + K_i^{k2}},$$

а для дискретных пространств:

$$K_i^{+1} = K_i + K_i^k$$

На основании анализа сформированных матриц D и D^k можно сформулировать *условие сохранения порядка*: порядок между университетами будет сохранен, если для любых i и j выполняется условие одинаковых знаков у d_{ij} и d_{ij}^k (в частности, если $d_{ij} = 0$, то $d_{ij}^k = 0$).

Если условие одинаковых знаков не выполняется, то тогда проверяется *условие устойчивости порядка*: для сохранения первоначального порядка для всех пар (y_i, y_j) , для которых не выполнилось *условие сохранения порядка*, должно выполняться условие:

— $K_i^2 - K_j^2 > K_j^{k2} - K_i^{k2}$ – в непрерывных пространствах,

— $K_i - K_j > K_j^k - K_i^k$ – в дискретных пространствах.

Аналогичные рассуждения можно провести для случая удаления некоторого требования из первоначального пространства оценки университетов R . В этом случае проверяется условие сохранения порядка, и если оно не выполняется, то проверяется условие устойчивости порядка.

Итак, добавленное/удаленное $(n+1)$ -е требование может сохранять порядок P , а может изменить его, причем сколь угодно произвольным образом. При этом степень и характер изменения порядка P при

добавлении/удалении $(n+1)$ -го требования можно проанализировать на основании сопоставления порядков P и P^k .

Таким образом, рассмотренные свойства преобразованного пространства оценки университетов, представляют собой метод целенаправленного формирования рейтингового пространства оценки университетов.

5. Вывод. Рассмотрение процесса оценки университетов, как определение степени соответствия свойств университета требованиям РС, наглядно демонстрирует относительный характер любых оценок. С другой стороны, становится понятно, что любая оценка всегда не абстрактная, а вполне конкретная, потому что всегда формируется в контексте конкретной РС.

Множество требований к университету может рассматриваться как один из компонентов процесса оценки РС, обеспечивающий формальное описание цели конкретной задачи, что соответствует Берлинским принципам. Действительно, любая оценка носит больше характер намерения и должна быть конкретизирована путем формулирования рейтинговых индикаторов к университету, степень удовлетворения которых и позволяет корректно сформировать оценку каждого рассматриваемого университета.

Разработанный метод целенаправленного формирования рейтингового пространства оценки университетов, позволяет:

- снижать размерность рейтингового пространства, определяя существенные требования;
- изменять масштаб одного или группы требований, конструировать из имеющихся или вводить новые требования для повышения различимости или неразличимости университетов, обусловленных целью конкретной РС;
- сравнивать РС, обеспечивая адекватность результатов оценки.

Список использованной литературы

1. Крисиллов, В.А. Методы целеориентированной оценки адекватности

[Текст] / В.А. Крисиллов, В.В. Любченко, В.С. Кавицкая // Пр. Одес. Політехн. ун-ту. – 2012. – Вип. 2(39). – С. 160 – 164.

2. Berlin principles on ranking of higher education institutions [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www / URL: http://ireg-observatory.org/en/index.php/berlin-principles](http://www.ireg-observatory.org/en/index.php/berlin-principles) – 01.03.2016 г. – Назва з екрану.

3. Scott P. Ranking higher education institutions: a critical perspective [Text] / P. Scott // Rankings and Accountability in Higher Education: Uses and Misuses, Unesco. – 2013. – P. 113 – 127.

4. Marope M. University Rankings: The Many Sides of the Debate [Text] / M. Marope, P. Wells // Rankings and Accountability in Higher Education: Uses and Misuses, Unesco. – 2013. – P. 7 – 19.

5. Amsler S. University ranking as social exclusion [Text] / S. Amsler, C. Bolsmann // British journal of sociology of education – Vol. 33.2. – 2012. – P. 283 – 301.

6. Salmi J. League tables as policy instruments: Uses and misuses [Text] / J. Salmi, S. Alenoush // Higher Education Management and Policy – Vol. 19.2. – 2007. – P. 31 – 68.

7. Huang, Mu-H. A comparison of three major academic rankings for world universities: From a research evaluation perspective [Text] / Mu-H. Huang // Journal of library and information studies – Vol. 9.1. – 2011. – P. 1 – 25.

8. Крисиллов В.А. Методы формализации целей проведения рейтингов [Текст] / В.А.Крисиллов // Ранжирование высших учебных заведений: состояние, тенденции, проблемы. Коллективная монография / Под ред. В.Н. Бержанского. – Симферополь: ДИАЙПИ, 2007. – С. 55 – 72.

9. Цымбал В.П. Теория информации и кодирования [Текст] – Киев: «Высшая школа», 1982. – 304 с.

10. Крисиллов В.А. Проблемы «ложной» компактности в дискретном пространстве признаков в задачах таксономии [Текст] / В.А. Крисиллов, С.А. Юдин, Н.В. Крисилова // Тр. Одес. политехн. ун-та. – Одесса, 2004. – Вып. 2 (21). – С. 91 – 97.

Получено 19.04.2016

References

1. Krisilov V.A., Liubchenko V.V., Kavitska V.S. Metody celeorientirovannoj ocenki adekvatnosti [The methods for goal-oriented estimation of model adequacy], (2012). Proceedings of Odes. Polytechnic. Univ., vol. 2 (39), pp. 160 – 164. (in Russian).
2. Berlin principles on ranking of higher education institutions (in English). Available at: <http://ireg-observatory.org/en/index.php/berlin-principles> (accessed 01.03.2016)
3. Scott P. Ranking higher education institutions: a critical perspective (2013). Rankings and Accountability in Higher Education: Uses and Misuses, Unesco, pp. 113 – 127. (in English).
4. Marope M., Wells P. University Rankings: The Many Sides of the Debate, (2013). Rankings and Accountability in Higher Education: Uses and Misuses, Unesco, pp. 7 – 19. (in English).
5. Amsler S., Bolsmann C. University ranking as social exclusion (2012). British journal of sociology of education, vol. 33.2, pp. 283 – 301. (in English).
6. Salmi J., Alenoush S. League tables as policy instruments: Uses and misuses (2007). Higher Education Management and Policy, vol. 19.2, pp. 31 – 68. (in English).
7. Huang, Mu-H. A comparison of three major academic rankings for world universities: From a research evaluation perspective (2011). Journal of library and information studies, vol. 9.1, pp. 1 – 25. (in English).
8. Krisilov V.A. Metody formalizacii celej provedenija rejtingov [Methods of formalization of ranking goals], (2007). Ranking of higher education institutions: state, trends and problems. collective monography, Simferopol, pp. 55 – 72. (in Russian).
9. Cymbal V.P. Teorija informacii i kodirovanija [Information theory and coding], (1982). Kiev, “High School”, 304 p. (in Russian).
10. Krisilov V.A., Judin S.A., Krisilova N.V. Problemy “lozhnoj” kompaktnosti v diskretnom prostranstve priznakov v zadachah taksonomii [Problems of “false” compactness in the discrete space characteristics in taxonomy tasks], (2004). Proceedings of Odes.

Polytechnic. Univ., vol. 2 (21), pp. 91 – 97. (in Russian).



Кавицкая Виктория Сергеевна,
ст. преп. каф.
системного
программного
обеспечения Одесского
нац. политехн. ун-та
тел. +38099-250-16-38
kavickaya.v.s@gmail.com



Любченко Вера Викторовна,
д-р техн. наук, проф.
каф. системного
программного
обеспечения Одесского
нац. политехн. ун-та
тел. +38048-705-8328
lvv@edu.opu.ua



Крисилов Виктор Анатольевич,
д-р техн. наук, проф.
каф. системного
программного
обеспечения Одесского
нац. политехн. ун-та
тел. +38048-705-8675
krissilovva@mail.ru