

## РАНЖИРОВАНИЕ ВУЗОВ МЕТОДОМ ЧАРТЕРНОГО АНАЛИЗА МНОГОМЕРНОГО ВЕКТОРНОГО МАССИВА

*Кальницкий В.С.*

Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва,  
г. Санкт-Петербург  
e-mail: skalnitsky@hotmail.com

***Аннотация.** В статье описана методика построения агрегированного рейтинга на основе адаптированного метода чартерного анализа. Чартерный анализ применяется для ранжирования двумерных массивов и основан на теории рекордов – он отражает, насколько успешной является позиция объекта, успешного в одном рейтинге, в другом рейтинге. Адаптация методики заключается в организации турнира парных конкурсов, составлении их чартов и выборе агрегированной оценки.*

***Ключевые слова:** агрегированный рейтинг, чартерный анализ, ранжирование векторных массивов.*

В статье изложена новая методика ранжирования объектов, каждый из которых уже был ранжирован в некотором наборе конкурсов. Тема ранжирования имеет огромное количество практических приложений. Многие из приложений имеют важное значение с точки зрения принятия управленческих решений. В первую очередь, следует упомянуть, что ранжирование имеет давнюю историю в спорте. Существует большое количество различных аналитических систем, позволяющих не только выявить фаворита, но и упорядочить всю совокупность команд или индивидуальных спортсменов. При этом, конечно, такое упорядочивание не обязательно линейно, но может представлять собой разбиение на лиги, эшелоны и т.д. В соответствии с используемой системой спортсмены, команды и их руководители выстраивают свою политику подготовки, участия в том или ином мероприятии и т.д. с целью повышения своих рейтингов. Таким образом, выбор системы оценивания влияет в целом на сам процесс. Часто смена «правил игры» может кардинально изменить фаворитов и перемешать ранги. Если в спорте такие тектонические сдвиги происходят нечасто, то в других сферах подобные игры с правилами становятся естественным инструментом управления. Например, в области науки само уже введение рейтингов с целью распределения государственного финансирования оказало огромное влияние на структуру деятельности научных коллективов и вузов. Однако довольно быстро обнаруживаются некоторые негативные тенденции, вытекающие напрямую из самих правил, и их следует скорректировать. Одной из проблем создания правил ранжирования является возможность заранее предугадывать те или иные тенденции развития системы с целью избежать либо предупредить негативные из них. Но, в первую очередь, подобные системы должны способствовать выявлению перспективных направлений, не позволить «упустить удачу».

На этом фоне особое значение приобретают экспертные системы, которые вызывают доверие большей части участников процесса. Такие системы в обязательном порядке должны быть прозрачными, репрезентативными и стабильными. К таким экспертным системам в науке относятся международные рейтинговые системы вузов. Как правило, такие системы появляются на национальном уровне, исходя из реалий конкретных образовательных систем и традиций. Затем агентство выходит на межгосударственный уровень и уже может оказывать влияние на другие системы. Именно это обстоятельство – нежелание играть по чужим правилам – ведет к появлению и укреплению альтернативных систем оценивания. Таким образом, возникает сеть рейтинговых систем, каждая из которых уже обладает авторитетом, имеет влияние, может быть, даже большее, чем региональное. В любом случае перед управленцем в науке встает задача учета всех этих факторов. А это, в свою очередь, ставит одну из аналитических задач – ранжирование, например вузов, по результатам ранжирования этих вузов в выбранной системе рейтингов, так называемый агрегированный рейтинг.

Одной из эффективных и качественных методик получения агрегированного рейтинга на сегодняшний день выступает Национальный агрегированный рейтинг «МетАЛиг» ([1,2]), которая предполагает:

- а) переход от мест в рейтингах к лигам;
- б) использование нового математического аппарата сверток, базирующихся на теории голосования в малых группах;
- с) введение новых «слабых» сверток (подробности методики можно найти на сайте <https://best-edu.ru>).

Математическим ядром методики является анализ векторных массивов, т.к. каждому объекту (вузу) сопоставляется вектор результатов, представленных в той или иной форме в фиксированном списке рейтингов.

Данная статья посвящена изложению нового математического подхода ранжирования многомерных векторных массивов, основанного на так называемом чартерном анализе [3]. Для дальнейшего анализа нам понадобится математическое определение конкурса и чарта.

Определение 1. *Конкурсом* называется отображение отрезка натурального ряда в себя

$$\mathbb{E}: [1; N] \rightarrow [1; N].$$

Определение 2. *Чарт* конкурса  $\mathbb{E}$  – это строго монотонная подпоследовательность последовательности *результата конкурса*

$$\mathbb{E}(1), \mathbb{E}(2), \dots, \mathbb{E}(N).$$

Заметим, что чарт не является пустой последовательностью: в нем может быть от одного до  $N$  элементов. Пошаговая процедура составления чарта такова (для строго возрастающих подпоследовательностей):

1. Первым элементом чарта является первое ненулевое число – это  $\mathbb{E}(1)$ .
2. Сравниваем  $\mathbb{E}(1)$  с  $\mathbb{E}(2)$ . Если  $\mathbb{E}(2)$  не превосходит  $\mathbb{E}(1)$ , то продолжим процедуру, если превосходит, то  $\mathbb{E}(2)$  становится вторым элементом чарта.
3. Продолжаем поиск элемента строго большего последнего внесенного в чарт элемента.

Если присвоить полученному чарту № 1 и изъять из конкурса все объекты этого чарта, то по оставшимся элементам можно составить чарт №2. Эту процедуру можно продолжать, пока в конкурсе остаются участники. Таким образом, чартов конкурса может быть от одного до  $N$ . Будем считать, что объекты в одном чарте равноправны. Интерпретация результата, будь то «качество», «успех», некая негативная характеристика, зависит от конкретной ситуации.

Описанная процедура является методом ранжирования (разбиения на чарты) двумерного массива  $\{(i, \mathbb{E}(i))\}$ . Например, если рассмотреть два рейтинга, в которых участвовали  $N$  конкретных вузов, то, приписав к месту вуза в одном рейтинге, его место во втором, мы естественным образом получим конкурс, который в дальнейшем будем называть *парным конкурсом*. Для составления чарта в его определении следует фразу «строго монотонная подпоследовательность» заменить на «строго убывающая». Так как чем выше позиция (меньше номер) во втором рейтинге вуза, находящегося ниже в первом рейтинге, тем его результативность лучше. Чарты этого конкурса позволяют приписать каждому вузу номер чарта, в который он попал.

Рассмотрим, как расширить методику для многомерного массива. Предположим, что некоторая совокупность вузов участвовала в наборе из  $N$  рейтингов. Естественным шагом является организация турнира парных конкурсов. Здесь у нас большая свобода, важно только, чтобы каждый вуз участвовал в одинаковом количестве конкурсов турнира. Максимальным является турнир «каждый с каждым». Каково влияние структуры турнира на результат, необходимо исследовать в дальнейшем. После проведения турнира у каждого вуза образовался массив номеров чартов по каждому парному конкурсу.

Для окончательного ранжирования можно использовать стандартные процедуры, например, аналог метода Борда [4]: просуммируем все номера чартов для каждого вуза и

упорядочим по возрастанию сумм. Если суммы у двух вузов одинаковы, они попадают в одну группу.

В качестве иллюстрации рассмотрим три вуза (А,В,С), участвовавших в трех рейтингах I, II, III и получивших в них следующие позиции:

	I	II	III
A	1	2	1
B	2	3	3
C	3	1	2

Организуем турнир «каждый с каждым» и зафиксируем чарты в каждом конкурсе.

	I-II	I-III	II-III
Чарт №1	A,C	A	A,C
Чарт №2	B	B,C	B

Составим таблицу номеров чартов:

	I-II	I-III	II-III	Сумма
A	1	1	1	3
B	2	2	2	6
C	1	2	1	4

Итоговый агрегированный рейтинг этих трех вузов выглядит так (по возрастанию сумм): А, С, В. Заметим, что этот результат можно было «предвидеть» на этом малом примере.

Следует отметить, что метод допускает много вариаций как в вопросе организации турнира, так и в методе составления итогового рейтинга.

### Список литературы

1. Болотов В.А., Мотова Г.Н., Наводнов В.Г., Рыжакова О.Е. Как сконструировать национальный агрегированный рейтинг? // Высшее образование в России, 2020. - № 1. - С.9-24.
2. Кальницкий В.С., Молоков И.Е. Чартерный анализ предпочтений в стохастическом потоке событий // статья в сборнике международной научно-практической конференции: Предиктивный характер научных исследований и практика их реализации в условиях глобального кризиса в экономике и обществе: сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. 21-22 августа 2020 года. Санкт-Петербург. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2020. – с. 126-130.
3. Наводнов В. Г., Мотова Г. Н., Рыжакова О. Е. Сравнение международных рейтингов и результатов российского Мониторинга эффективности деятельности вузов по методике анализа лиг // Вопросы образования. – 2019. – №. 3.С. 130–151.
4. Regenwetter M., Grofman B. Approval voting, Borda Winners and Condorcet Winners: Evidence from seven Elections // Management Science. 1998. V. 44. № 4.

## RANKING OF UNIVERSITIES BY THE METHOD OF CHARTER ANALYSIS OF A MULTI-DIMENSIONAL VECTOR ARRAY

*Kalnitsky V.S.*

Military Academy of Logistics  
e-mail: skalnitsky@hotmail.com

**Abstract.** *The article describes a methodology for constructing an aggregate rating based on an adapted charter analysis method. Charter analysis is used to rank two-dimensional arrays, and is based on the theory of records - it reflects how successful the position of an object, successful in one rating, in another rating is. The adaptation of the methodology consists in organizing a tournament of paired competitions, drawing up their charts and choosing an aggregate score.*

**Keywords:** *aggregated rating, charter analysis, vector array ranking.*