

Статистичні методи системи бенчмаркінг у вищій освіті України

ДИПЛОМНУ РОБОТУ ВИКОНАЛА:
СТУДЕНТКА ГР. КА-24
ЛИНОВИЦЬКА ДІАНА ОЛЕГІВНА

Науковий Керівник: к.т.н., доцент
Тимощук О.Л.

Актуальність дослідження

Рейтинги університетів завжди актуальні, а дослідження їх та порівняння викликають великий інтерес.

Рейтинги - неминучий результат і синонім посиленої глобальної конкуренції серед світових ВУЗів. У цій ситуації вища освіта як джерело людського капіталу та знань стала центром геополітичної боротьби за велику частку на глобальному ринку.



Мета, об'єкт, предмет

Мета: розробити програмний продукт, за допомогою якого можна використовувати систему бенчмаркінг в освіті, для покращення показників ВНЗ в країні, і для розуміння ситуації у вищій освіті загалом.

Об'єкт: бенчмаркінг у рейтингах

Предмет: інтелектуальний аналіз, кластерний аналіз

Існуючі підходи до розв'язку задачі

Розглянемо для прикладу кілька найвідоміших міжнародних рейтингів, потрапити або просунутися в які прагнуть українські ВНЗ.

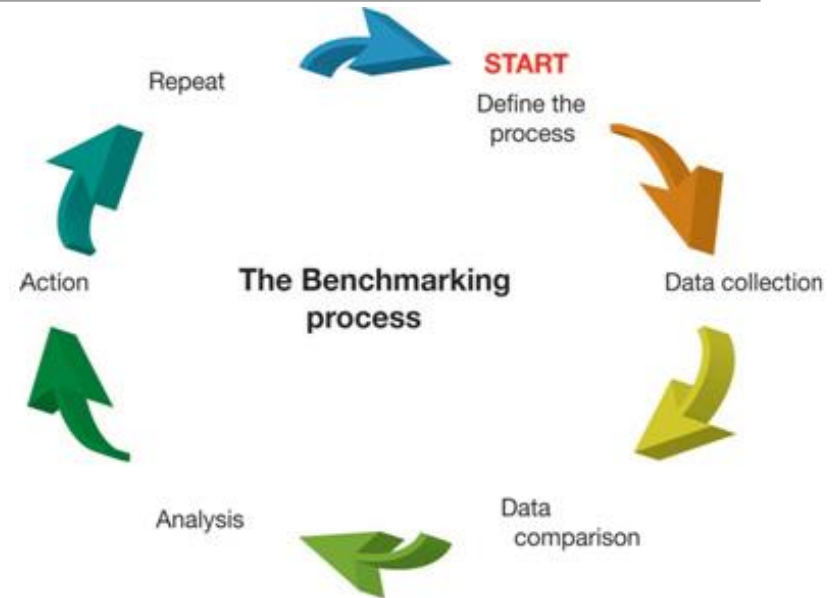
Шанхайський рейтинг: на 90% складається з оцінки наукової діяльності – викладачі та випускники є лауреатами Нобелівської премії, найбільш цитовані дослідники-викладачі, к-сть статей у Science, Nature.

Світовий рейтинг університетів QS : основа рейтингу — опитування роботодавців та викладачів з усього світу — опитування академ. спільноти, роботодавців, співвідношення студентів до викладачів, рівень цитування у Scopus, частка іноземних студентів та викладачів.

Рейтинг Times Higher Education: ранжування дослідницьких університетів, тобто в нього не входять заклади освіти, основною функцією яких є навчання, а не наука. Укладачі рейтингу вимірюють 13 показників, які розділені на 5 груп.

Бенчмаркінг

Бенчмаркінг — це процес пошуку стандартного чи еталонного економічно ефективнішого підприємства-конкурента з метою порівняння з власним та переймання його найкращих методів роботи.



Типи бенчмаркінгу:

- Внутрішній бенчмаркінг
- Конкурентний бенчмаркінг
- Функціональний бенчмаркінг
- Узагальнений бенчмаркінг

Етапи бенчмаркінгу



Постановка задачі

- Надано рейтинги українських ВНЗ.
- Провести аналіз даних серед українських ВНЗ, щоб розподілити їх по місцям у рейтингу.
- За допомогою програмного модулю з використанням кластерного аналізу порівняти обрані ВНЗ по обраним характеристикам, аби покращити результати.
- Надати аналіз результатів, виявити ризики стратегій, та пошук варіантів вирішення проблем.

Математичні підходи

Процес конкуренції між двома ВНЗ в процесі бенчмаркінгу за аналогією з процесом конкуренції між двома самостійними системами, можна записати у вигляді двох зв'язаних рівнянь Ван дер Поля з запізненням. Тоді математична модель виглядає наступним чином:

$$\frac{d^2 X_1}{dt^2} - a_1(1 - Z_1) \frac{dX_1}{dt} + \omega_1^2(1 + \alpha_1 X_2)X_1 = c_1 \frac{d^2 X_2}{dt^2} + r_1 F_1 + d_1 F_3 \quad (2.1)$$

$$b_1 Z_1 + T_1 \frac{dZ_1}{dt} = X_1^2 \quad (2.2)$$

$$\frac{d^2 X_2}{dt^2} - a_2(1 - Z_2) \frac{dX_2}{dt} + \omega_2^2(1 + \alpha_2 X_1)X_2 = c_2 \frac{d^2 X_1}{dt^2} + r_2 F_2 + d_1 F_3 \quad (2.3)$$

$$b_2 Z_2 + T_2 \frac{dZ_2}{dt} = X_2^2 \quad (2.4)$$

Кластерний аналіз

Мета методу — розділити n спостережень на k кластерів, так щоб кожне спостереження належало до кластера з найближчим до нього середнім значенням.

$$\sum_{i=1}^N d(x_i, m_j(x_i))^2 \quad (3.1)$$

де:

d — метрика,

x_i — i -ий об'єкт даних,

$m_j(x_i)$ — центр кластера, якому на j -ій ітерації приписаний елемент x_i .

Алгоритм програмного модулю

Обчислення інтегрального показника для ВНЗ

Розподілення вузів по місяцям у рейтингу

Визначення кращих та гірших університетів

За допомогою кластерного аналізу розподілити ВНЗ по схожості результатів

Проаналізувати результати та надати стратегії для покращення показників

Демонстрація роботи: Завантажені дані

Часть 1

Часть 2

Путь к файлу:

/Users/air/OneDrive/Study/test/cluster.xlsx

Выбрать файл

Импорт

Старт

Рестарт

	No.	цінка якості науково-педагогічного потенціалу I	цінка якості навчання II	цінка міжнародного визнання IM
Львівський національний університет імені Івана Франка	1	9.178636543	14.65756614	19.24937712
Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого	2	14.38557665	10.37944845	13.10109748
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова	3	8.492865376	10.37772946	16.3569157
Дніпропетровський національний університет	4	14.83977582	11.78955062	15.68399576
Національний університет "Львівська політехніка"	5	8.751396898	15.33781537	21.40650423
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	6	6.973723763	7.658064589	22.1271768
Київський національний торговельно-економічний університет	7	7.468987969	15.43517861	10.1334184
Київський національний університет імені Тараса Шевченка	8	37.47270967	20.72479079	23.19425549
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"	9	34.01586015	23.27596244	24.09906801
Національний авіаційний університет	10	10.70363035	12.90688225	16.11210448
Харківський національний університет радіоелектроніки	11	12.5215492	7.286777042	18.11104754
Національний університет біоресурсів і природокористування України	12	15.81551399	14.84961868	11.00223601
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана	13	8.599642306	17.9782097	13.71421501
Національна металургійна академія України	14	15.25493281	7.299620025	19.22397409
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний"	15	9.838643582	8.396858119	20.60453805
Національний університет "Києво-Могилянська академія"	16	12.99838602	17.35736039	15.22062787
Національний гірничий університет	17	19.68292552	9.459010783	15.06216184
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна	18	19.45588722	14.61406213	15.58274062
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"	19	17.63757374	9.432969324	18.71213113
Донецький національний технічний університет	20	8.167709232	9.241059331	17.409291
Сумський державний університет	21	5.378758977	5.767582829	22.86146662
Одеський національний політехнічний університет	22	6.45177694	7.297265847	19.55623475
Київський національний університет технологій та дизайну	23	9.839298771	10.46294055	12.89252274
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця	24	27.32422908	7.339606176	9.245773324
Донецький національний університет	25	6.664809466	9.414492434	16.70114229
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича	26	5.498449995	9.825992975	17.3434704
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя	27	9.909317872	8.253617392	14.32874996
Вінницький національний технічний університет	28	15.23030991	6.224425148	10.79942229
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова	29	15.2128097	5.187120572	11.3765958

Результати роботи: Розподіл ВНЗ по місцям, топ-5

Часть 1					Часть 2				
Путь к файлу:					/Users/air/OneDrive/Study/test/cluster.xlsx				
Импорт					Старт				
					Рестарт				
					Выбрать файл				

Результати роботи:

Розподіл ВНЗ по місяцям, останні 5

Часть 1 Часть 2			
Путь к файлу: /Users/air/OneDrive/Study/test/cluster.xlsx		Выбрать файл	
Импорт		Старт	
		Рестарт	
	No. дінка якості науково-педагогічного потенціалу I	цінка якості навчання II	цінка міжнародного визнання ІМ
Одеський національний політехнічний університет	22 6.45177694	7.297265847	19.55623475
Київський національний університет технологій та дизайну	23 9.839298771	10.46294055	12.89252274
Київський національний торговельно-економічний університет	7 7.468987969	15.43517861	10.1334184
Донецький національний університет	25 6.664809466	9.414492434	16.70114229
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича	26 5.498449995	9.825992975	17.3434704
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя	27 9.909317872	8.253617392	14.32874996
Вінницький національний технічний університет	28 15.23030991	6.224425148	10.79942229
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова	29 15.2128097	5.187120572	11.3765958
Донецький національний медичний університет ім. М.Горького	30 14.73957915	4.893493501	11.96634521
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу	31 7.643318419	6.67336928	17.10170629
Національний фармацевтичний університет	32 12.68927625	9.656025644	9.006712953
Луганський національний університет імені Тараса Шевченка	33 6.864901728	10.45082085	13.90340273
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля	34 6.220998506	6.993306018	17.98082477
Одеський національний економічний університет	35 6.846866453	13.53896531	10.6332993
Національний університет харчових технологій	36 11.26106885	9.341639509	10.29411295
Національний лісотехнічний університет України	37 18.27153385	4.806616746	6.731828732
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника	38 7.731074592	7.529073806	14.36081031
Ужгородський національний університет	50 8.428536929	8.288547465	12.77654882
Одеська національна академія харчових технологій	40 11.19554993	5.984375907	12.18411039
Тернопільський національний економічний університет	43 4.087589023	14.17731883	10.98750404
Чорноморський державний університет імені Петра Могили.	46 3.667998646	10.10421507	15.3462691
Хмельницький національний університет	42 4.697620202	3.804233025	19.92029462
Івано-Франківський національний медичний університет	47 12.70491875	6.486120709	9.022236603
Національний університет "Одеська юридична академія"	45 6.135519961	8.241637791	13.52762345
Харківський національний медичний університет	44 11.68107613	6.999232423	9.176154072
Запорізький національний технічний університет	49 6.330835304	7.093096137	14.38592056
Харківський національний економічний університет	48 6.480297527	8.370671283	12.9219644
Одеський національний медичний університет	39 12.50489889	5.901843385	9.26505005
Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського	41 7.421528974	6.655672456	13.45843554

Демонстрація роботи:

Завантаження даних

Часть 1

Часть 2

Путь к файлу: /Users/air/OneDrive/Study/test/cluster.xlsx

Выбрать файл

Импорт

Кол-во кластеров 6

Кластеризация

Рестарт

	Винаходи	Корисні моделі	Зомислові зраз	Ranking (Ukra	ОДНИХ АСО	тькість публіка	тькість цитува	Інд
Львівський національний університет імені Івана Франка	1.0	43.0	0.0	5.0	2.0	5358.0	24362.0	46.0
Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого	0.0	0.0	0.0	50.0	2.0	9.0	5.0	1.0
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	94.0	50.0	4.0
Дніпропетровський національний університет	16.0	19.0	0.0	60.0	0.0	2921.0	8462.0	33.0
Національний університет "Львівська політехніка"	26.0	63.0	0.0	16.0	2.0	3578.0	6932.0	30.0
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	3.0	26.0	0.0	4.0	3.0	2634.0	11681.0	46.0
Київський національний торговельно-економічний університет	0.0	28.0	0.0	52.0	1.0	99.0	98.0	6.0
Київський національний університет імені Тараса Шевченка	15.0	9.0	0.0	7.0	4.0	13453.0	57459.0	73.0
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"	8.0	201.0	3.0	1.0	3.0	5230.0	10725.0	38.0
Національний авіаційний університет	5.0	61.0	3.0	18.0	0.0	1061.0	1354.0	14.0
Харківський національний університет радіоелектроніки	17.0	32.0	0.0	33.0	0.0	1892.0	2746.0	24.0

Аналіз результатів

Часть 1 Часть 2								
Путь к файлу:	/Users/air/OneDrive/Study/test/cluster.xlsx						Выбрать файл	
Импорт	Кол-во кластеров 9						Кластеризация	Рестарт
	Винаходи	Корисні моделі	Зомислові зразі	Ranking (Ukraine)	РІДНИХ АСОЛ	тькість публікац	тькість цитува	Інд
Дніпропетровський національний університет	16.0	19.0	0.0	60.0	0.0	2921.0	8462.0	33.0
Донецький національний технічний університет	17.0	25.0	0.0	15.0	1.0	1058.0	1908.0	22.0
Донецький національний медичний університет ім. М. Горького	0.0	25.0	0.0	23.0	1.0	929.0	5423.0	37.0
Львівський національний університет імені Івана Франка	1.0	43.0	0.0	5.0	2.0	5358.0	24362.0	46.0
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна	3.0	15.0	0.0	10.0	4.0	7614.0	35148.0	57.0
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	94.0	50.0	4.0
Національний авіаційний університет	5.0	61.0	3.0	18.0	0.0	1061.0	1354.0	14.0
Харківський національний університет радіоелектроніки	17.0	32.0	0.0	33.0	0.0	1892.0	2746.0	24.0
Національний університет біоресурсів і природокористування України	65.0	155.0	0.0	6.0	0.0	412.0	1149.0	16.0
Національний університет "Києво-Могилянська академія"	0.0	1.0	0.0	8.0	3.0	235.0	1362.0	20.0
Національний гірничий університет	27.0	36.0	0.0	9.0	3.0	472.0	149.0	5.0

Путь к файлу: /Users/air/OneDrive/Study/test/cluster.xlsx

Выбрать файл

Импорт

Кол-во кластеров 9

Кластеризация

Рестарт

	Винаходи	Корисні моделі	Зомислові зразі	Ranking (Ukraine)	РІВНІСТЬ АСОЛ	Кількість публікацій	Кількість цитувань	Індекс
Національний гірничий університет	27.0	36.0	0.0	9.0	3.0	472.0	149.0	5.0
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя	1.0	41.0	0.0	19.0	0.0	285.0	622.0	11.0
Вінницький національний технічний університет	6.0	171.0	0.0	49.0	2.0	346.0	338.0	8.0
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу	10.0	17.0	0.0	79.0	1.0	164.0	85.0	5.0
Тернопільський національний економічний університет	3.0	1.0	0.0	17.0	2.0	364.0	304.0	8.0
Національна металургійна академія України	21.0	20.0	0.0	74.0	2.0	839.0	666.0	10.0
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний"	27.0	72.0	0.0	20.0	2.0	733.0	1830.0	21.0
Одеський національний політехнічний університет	2.0	5.0	0.0	34.0	2.0	639.0	1009.0	15.0
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця	0.0	159.0	0.0	55.0	1.0	386.0	2163.0	27.0
Луганський національний університет імені Тараса Шевченка	3.0	10.0	0.0	21.0	1.0	84.0	167.0	7.0
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля	9.0	106.0	0.0	125.0	2.0	329.0	818.0	12.0

Путь к файлу: /Users/air/OneDrive/Study/test/cluster.xlsx

Выбрать файл

Импорт

Кол-во кластеров 9

Кластеризация

Рестарт

	Винаходи	Корисні моделі	домислові зраз	Ranking (Ukra	ОДНИХ АСО	тькість публіка	тькість цитува	Ind
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля	9.0	106.0	0.0	125.0	2.0	329.0	818.0	12.0
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника	0.0	5.0	0.0	25.0	2.0	348.0	3248.0	30.0
Івано-Франківський національний медичний університет	1.0	0.0	0.0	80.0	1.0	48.0	346.0	9.0
Київський національний торговельно-економічний університет	0.0	28.0	0.0	52.0	1.0	99.0	98.0	6.0
Сумський державний університет	4.0	48.0	0.0	12.0	4.0	1272.0	6006.0	26.0
Донецький національний університет	1.0	51.0	0.0	22.0	3.0	1580.0	3490.0	26.0
Національний лісотехнічний університет України	0.0	9.0	0.0	53.0	0.0	101.0	687.0	12.0
Київський національний університет імені Тараса Шевченка	15.0	9.0	0.0	7.0	4.0	13453.0	57459.0	73.0
Одеський національний економічний університет	0.0	0.0	0.0	59.0	1.0	0.0	0.0	0.0
Одеський національний медичний університет	31.0	58.0	0.0	46.0	1.0	447.0	698.0	13.0
Одеська національна академія харчових технологій	10.0	91.0	0.0	45.0	4.0	92.0	141.0	7.0

Путь к файлу: /Users/air/OneDrive/Study/test/cluster.xlsx

Выбрать файл

Импорт

Кол-во кластеров 9

Кластеризация

Рестарт

	Винаходи	Корисні моделі	Зомислові зрази	з Ranking (Ukra	ГОДНИХ АСОП	тькість публікац	тькість цитуван	Інд
Одеська національна академія харчових технологій	10.0	91.0	0.0	45.0	4.0	92.0	141.0	7.0
Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського	0.0	0.0	0.0	54.0	0.0	106.0	682.0	13.0
Харківський національний медичний університет	10.0	57.0	0.0	85.0	1.0	225.0	884.0	18.0
Національний університет "Львівська політехніка"	26.0	63.0	0.0	16.0	2.0	3578.0	6932.0	30.0
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	3.0	26.0	0.0	4.0	3.0	2634.0	11681.0	46.0
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"	8.0	201.0	3.0	1.0	3.0	5230.0	10725.0	38.0
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"	9.0	74.0	0.0	11.0	4.0	2165.0	7032.0	33.0
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича	1.0	24.0	0.0	24.0	2.0	2311.0	8170.0	44.0
Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого	0.0	0.0	0.0	50.0	2.0	9.0	5.0	1.0
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана	0.0	0.0	0.0	38.0	1.0	131.0	111.0	5.0
Київський національний університет технологій та дизайну	0.0	111.0	0.0	47.0	0.0	214.0	1437.0	11.0

Путь к файлу: /Users/air/OneDrive/Study/test/cluster.xlsx

Выбрать файл

Импорт

Кол-во кластеров 9

Кластеризация

Рестарт

	Винаходи	Корисні моделі	домислові зрази	Ranking (Ukra	ОДНИХ АСОЛ	тькість публікац	тькість цитува	Інд
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана	0.0	0.0	0.0	38.0	1.0	131.0	111.0	5.0
Київський національний університет технологій та дизайну	0.0	111.0	0.0	47.0	0.0	214.0	1437.0	11.0
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова	5.0	71.0	0.0	109.0	0.0	194.0	202.0	5.0
Національний фармацевтичний університет	32.0	64.0	0.0	87.0	2.0	355.0	548.0	10.0
Національний університет харчових технологій	110.0	263.0	0.0	48.0	3.0	229.0	744.0	11.0
Хмельницький національний університет	1.0	33.0	0.0	58.0	0.0	223.0	746.0	13.0
Національний університет "Одеська юридична академія"	0.0	0.0	0.0	51.0	2.0	5.0	1.0	1.0
Чорноморський державний університет імені Петра Могили	1.0	10.0	0.0	55.0	1.0	45.0	61.0	4.0
Харківський національний економічний університет	0.0	0.0	0.0	28.0	1.0	85.0	85.0	5.0
Запорізький національний технічний університет	2.0	20.0	0.0	29.0	1.0	485.0	574.0	10.0
Ужгородський національний університет	19.0	35.0	0.0	13.0	0.0	1572.0	5843.0	28.0

Висновки

Запропоновано новий, вдосконалений алгоритм для порівняння показників університетів.

Програмний продукт не тільки розміщує ВНЗ по місцям у рейтингу, але і на основі кластерного аналізу розподіляє їх по характеристикам за подібністю, що дозволяє оцінити кожен університет окремо, та покращити показники, а також побачити ситуацію по ВНЗ в цілому.