

Дифференциальные метрики оценки библиометрических показателей доменов ИКТ

А. Абдильманова*, Р. Алыгулиев**, Р. Мухамедиев***

*Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК
050010 Казахстан, Алматы, ул. Пушкина 125

**Институт информационных технологий
НАН Азербайджана
AZ1141 Азербайджан, Баку, ул. Б. Вагабзаде, 9А

***Казахстанско-британский технический университет
050000 Казахстан, Алматы, ул. Толе-би, 59

e-mail: r.aliguliyev@gmail.com, abdilmanova@gmail.com, ravil.muhamedyev@gmail.com

Аннотация. В работе предлагаются дифференциальные метрики оценки динамики изменения основных библиометрических показателей (количества статей и цитат) доменов информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Рассматриваются такие области исследований как Big Data, Computational Biology, Cloud Computing, Cyber-Physical Systems, Embedded Systems, Information Security, Internet of Things, Human-Machine Systems, Mobile Computing, Machine Learning, Machine-to-Machine, Multi-Agent Systems, Neural Networks, Robotics, Visualization, Augmented Reality, SDN, 5G, e-Governance, Smart City, Smart Grid. В дополнение к известным показателям предлагаются два вида интегрированных показателей, основанных на использовании производных. Выполнен расчет показателей и приведены графики их изменения во времени. Предложенные индикаторы позволяют более явно выразить изменения в динамике библиометрических показателей, что может быть важно для оценки перспективности направлений исследований.

Ключевые слова: ИКТ, библиометрический анализ, наукометрия.

1. Введение

Современные информационные системы высокого уровня строятся с использованием множества взаимосвязанных технологий: машинное обучение, мультиагентные системы, системы сбора и обработки данных, включая большие данные, облачные и кластерные системы, геоинформационные системы и т. д. Область исследований, описываемая общим термином информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) характеризуется исключительным динамизмом, быстрым появлением новых понятий и изменением устоявшихся направлений исследований. В последние годы домен ИКТ пополнился новыми направлениями исследований, к

числу которых относятся *Big Data*, *Bioinformatics (Computational Biology)*, *Cloud Computing*, *Cyber-Physical Systems*, *Embedded Systems*, *Information Security*, *Internet of Things*, *Human-Machine Systems*, *Mobile Computing*, *Machine Learning*, *Machine-to-Machine*, *Multi-Agent Systems*, *Neural Networks*, *Robotics*, *Visualization*, *Augmented Reality*, *SDN*, *5G*, *e-Governance*, *Smart City*, *Smart Grid* и др.

Выбор указанных доменов в вышеприведенном перечне относительно субъективен. Часть этих концепций относится к научным исследованиям, другие, по существу, являются технологиями. В табл. 1 показано ежегодное число публикаций в каждой из упомянутых областей. Таблица построена по данным базы научных публикаций *EBSCO (Library, Information Science & Technology Abstracts, Academic Search Complete)*. Колонка 1 таблицы содержит ключевые слова, использованные в процессе поиска.

Таблица 1. Ежегодное число публикаций в новых доменах ИКТ по данным *EBSCO*

Область исследований (Ключевые слова)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Augmented Reality	4010	4490	4760	5230	6050	8320	10 900	12 900	13 200	21 400
AR	1320	1530	1710	1820	2240	3260	3870	4430	4870	3200
Big Data	408	428	486	727	1060	1320	2330	7870	21 200	35 600
Bioinformatics	180 000	190 000	214 000	239 000	248 000	233 000	185 000	129 000	78 600	73 000
Computational Biology	14 000	16 500	18 700	21 800	26 600	30 500	37 400	41 500	35 800	33 100
Cloud Computing	1220	963	1330	3990	11 600	21 500	32 000	42 900	43 200	41 100
Cyber-Physical Systems	7	51	65	257	421	833	1510	2370	3390	2670
CPS		8	12	36	60	131	289	427	646	414
Embedded Systems	12 900	14 900	17 400	17 800	19 600	21 600	21 700	22 300	22 100	16 000
Information Security	15 600	20 200	23 700	28 700	35 100	36 600	37 800	35 900	33 100	23 000
InfoSec	295	335	319	335	334	392	462	453	474	323
Internet of Things	168	339	393	797	1140	3010	6300	10 100	12 600	8820
IoT			9	99	142	667	1780	3050	3920	3200
Human-Machine Systems	488	458	594	590	864	878	811	1080	1420	828
Mobile Computing	14 600	16 300	20 700	28 300	32 200	35 000	34 400	37 700	30 000	28 000
Machine Learning	47 000	58 300	64 600	70 900	79 600	83 700	83 000	69 500	55 400	96 500
Machine-to- Machine	1500	1330	1420	1480	1880	2100	2820	4050	4470	2710
Multi-Agent Systems	7670	8440	8940	9410	11 000	10 400	10 900	11 300	11 700	8000
Neural Networks	78 700	91 000	86 000	104 000	96 400	105 000	82 700	85 400	62 500	93 300
Robotics	52 500	63 000	62 900	66 700	70 400	70 300	61 300	54 600	42 600	43 600
Visualization	77 700	83 500	87 700	91 400	90 800	88 400	76 900	76 200	78 600	95 300
Intelligent Transport System	610	937	801	670	753	869	878	942	974	532
Self-Organized Network	198	272	274	312	367	359	394	409	399	259
E-Government	1790	1670	2000	2110	2320	2670	2960	3320	3290	1920
Software Define Networks	3	4	1	6	4	24	52	288	836	810
5G, IMT-Advanced			46	48	59	66	83	110	169	206

Анализ понятий области исследований ИКТ путем определения количества публикаций в упомянутых субдоменах позволяет выявить наиболее крупные с точки зрения количества публикаций области исследований и оценить динамику их

роста. Оценивая приведенные данные можно отметить существенный рост числа публикаций в доменах *Big Data*, *Augmented Reality*. Наблюдается «второе рождение» машинного обучения и визуализации, рост *5G (IMT-Advanced)*, *Internet of Things* и некоторое снижение интереса в областях *Cloud Computing* и «классическая» робототехника.

Однако выявление закономерностей по количеству публикаций дает только самую общую оценку перспективности того или иного направления исследований. Кроме того, значительное число новых результатов получают на стыке доменов. С этой целью представляется важным оценить относительный объем оцениваемых доменов исследований и динамику изменения их наукометрических показателей.

Данные, показанные в табл. 1, получены в ноябре 2014 года [1]. В работах [2, 3] показаны более поздние данные и проведена определенная формализация для построения семантической сети понятий ИКТ. Работы [4, 5, 6] вводят понятия меры сходства и силы связей между понятиями, которые можно использовать для дальнейшей формализации.

В настоящей работе проводится формализация оценок динамики изменения их наукометрических показателей, позволяющие дать более точную интегрированную оценку того или иного направления исследований.

Работа состоит из трех основных разделов. Во втором разделе вводятся метрики «перспективности» областей исследований ИКТ. В третьем разделе, приводятся результаты применения предложенных метрик, полученные по данным библиометрических баз EBSCO и ScienceDirect. В заключении обсуждаются полученные результаты.

2. Метрики перспективности направлений исследований

Оценка динамики изменения публикационной активности, а вместе с ней и «перспективности» отдельных доменов исследований требует определенной формализации.

Не формально, перспективность того или иного научного направления является отражением его востребованности сейчас или в будущем. Перспективность – мера получения значимых научных результатов. Можно сказать, что перспективность является некоторой функцией востребованности:

$$\text{Перспективность} = f(\text{Востребованность}).$$

Востребованность, как и перспективность, понятие, которое сложно определить точно. Востребованность зависит от экономических, социальных, психологических и т. п. факторов. Оценка востребованности осуществляется авторами публикаций, которые выполняют научные исследования в той или иной области. Иными словами, востребованность, некоторая функция интереса авторов, который с точки

зрения наукометрии проявляется в количестве публикаций по данному направлению и в количестве цитирований статей из этой области. Это достаточно очевидно и означает, что чем больше публикаций и цитат, тем более востребовано данное направление исследований. С другой стороны, перспективность научного направления отражается также динамикой изменения количества научных публикаций и динамикой изменения числа цитирований. Поскольку, если не учитывать динамику изменений, то можно принять за перспективные и те направления, которые уже исчерпали себя с точки зрения получения новых научных результатов. Для оценки этой динамики можно воспользоваться показателем совокупного среднегодового темпа роста (Compound Annual Growth Rate — CAGR), который вычисляется в соответствии со следующим выражением:

$$\text{CAGR} = \left(\frac{\text{Ending Value}}{\text{Beginning Value}} \right)^{\frac{1}{T-1}} - 1, \quad (1)$$

где T — количество периодов. Очевидно, что те научные области, которые демонстрируют рост данного показателя по числу публикаций и по числу цитирований могут быть отнесены к перспективным.

Однако данный показатель демонстрирует, как будет показано ниже, довольно плавное изменение, затрудняющее выявление закономерностей изменения динамики и, кроме этого, вычисляется отдельно для публикаций и цитирований. Поэтому представляется полезным ввести некоторый интегрированный показатель для более выраженной оценки динамики изменения. С этой целью определим следующие дифференциальные показатели перспективности научного направления, определяемого заданным поисковым термином

$$D1_i = f_1 \left(n_i, \frac{dn_i}{dt}, \frac{dc_i}{dt} \right),$$
$$D2_i = f_2 \left(n_i, \frac{d^2n_i}{dt^2}, \frac{d^2c_i}{dt^2} \right).$$

Другими словами, показатель перспективности $D1_i$ есть функция, зависящая от числа публикаций n_i , скорости изменения числа публикаций dn_i/dt (производная по времени) и цитирований dc_i/dt в данной области исследований.

Показатель $D2_i$ — функция, зависящая от числа публикаций n_i , ускорения изменения числа публикаций d^2n_i/dt^2 и цитирований d^2c_i/dt^2 в данной области исследований.

Функции f_1 и f_2 — агрегируют тем или иным образом вклад цитирований и публикаций. В частном случае, агрегирование можно выполнить с помощью взвешенного суммирования. Тогда, для отдельной наукометрической базы данных j ,

показатели перспективности научных исследований в области i в момент времени t_k , можно определить выражениями

$$D1_i^j(t_k) = \alpha n_i^j(t_k) + \beta \cdot \frac{dn_i^j(t_k)}{dt} + \gamma \cdot \frac{dc_i^j(t_k)}{dt}, \quad (2)$$

$$D2_i^j(t_k) = \alpha' n_i^j(t_k) + \beta' \cdot \frac{d^2 n_i^j(t_k)}{dt^2} + \gamma' \cdot \frac{d^2 c_i^j(t_k)}{dt^2}. \quad (3)$$

где $\alpha, \beta, \gamma, \alpha', \beta', \gamma'$ — некоторые эмпирические коэффициенты, регулирующие «весомость» вклада числа публикаций, скорости и ускорения изменения числа публикаций n_i и скорости и ускорения изменения числа цитирований c_i , соответственно. Отметим, что поскольку вторая производная функции может быть вычислена с использованием первой производной

$$\frac{d^2 f}{dx^2} = \frac{d(df / dx)}{dx},$$

то выражение (3) можно представить как

$$D2_i^j(t_k) = \alpha' n_i^j(t_k) + \beta' \cdot \frac{d(dn_i^j(t_k) / dt)}{dt} + \gamma' \cdot \frac{d(dc_i^j(t_k) / dt)}{dt}. \quad (4)$$

Для более ясной оценки динамики изменения публикационной активности, особенно в в доменах с большим числом публикаций, параметры α и α' можно приравнять к 0. В этом случае,

$$D1_i^j(t_k) = \beta \cdot \frac{dn_i^j(t_k)}{dt} + \gamma \cdot \frac{dc_i^j(t_k)}{dt}, \quad (5)$$

$$D2_i^j(t_k) = \beta' \cdot \frac{d(dn_i^j(t_k) / dt)}{dt} + \gamma' \cdot \frac{d(dc_i^j(t_k) / dt)}{dt}. \quad (6)$$

Формулы (1), (5) и (6) использованы в дальнейших расчетах.

3. «Перспективность» субдоменов ИКТ

Для расчета описанных выше показателей CAGR, D1 и D2 выполнен поиск в библиометрических базах данных. В табл. 2 и 3 показаны результаты поиска в базе ScienceDirect. Отметим, что данные за 2016 год приведены на середину года. Графики в табл. 4 построены по данным табл. 2.

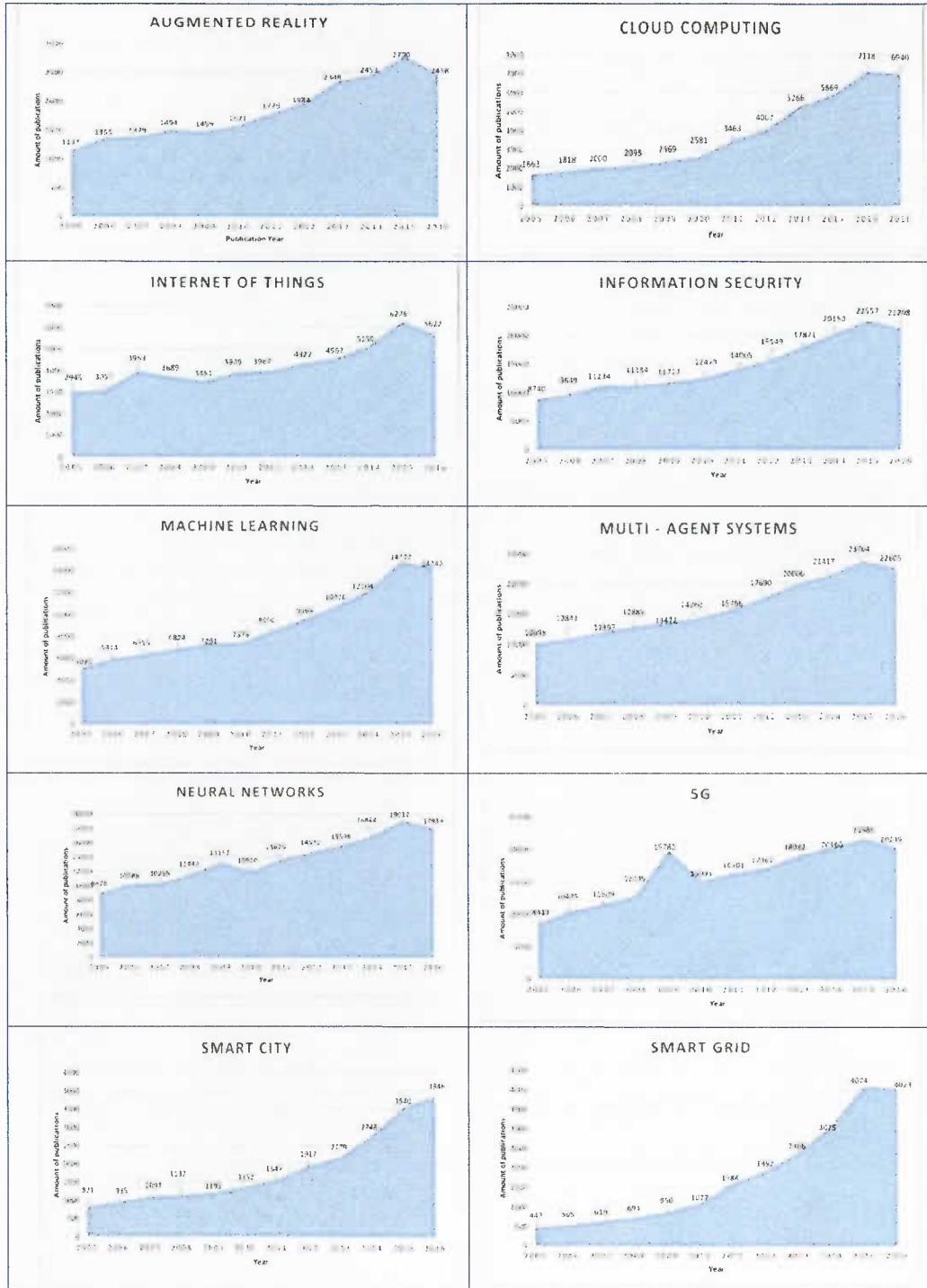
Таблица 2. Динамика изменения количества публикаций
в доменах ИКТ по данным ScienceDirect

Domain	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Augmented Reality	1137	1355	1379	1494	1459	1571	1779	1984	2348	2453	2790	2458
Big Data	18501	21216	23489	25098	26886	27521	31395	34400	38617	43535	50701	48974
Bioinformatics	3337	3800	4201	4598	5127	5483	5740	6915	7714	8613	9731	9065
Cloud computing	1663	1818	2000	2098	2369	2581	3463	4007	5266	5869	7118	6940
Cyber-Physical systems	194	187	270	229	234	267	486	479	796	1040	1290	1284
Embedded systems	23671	27234	28237	29803	37599	32764	35655	38545	42736	45403	50469	46875
Information Security	8740	9649	11234	11184	11717	12479	14005	15549	17871	20150	22557	21208
Internet of things	2945	3051	3953	3689	3481	3909	3967	4322	4567	5150	6276	5622
Human-machine systems	6280	7349	7689	8027	8571	8904	9798	11227	12659	13750	16188	15457
Mobile computing	3523	4009	4566	4867	4967	5088	6049	6642	7724	8491	9753	8883
Machine Learning	5025	5914	6355	6824	7291	7378	8500	9566	10720	12104	14777	14242
Machine to machine	24644	28150	28930	30158	32302	31884	36139	39279	43918	47746	54137	51479
Multi agent systems	10098	10843	11897	12885	13472	14260	15766	17690	20006	21417	23704	22605
Neural Networks	8876	10088	10255	11442	13153	11910	13625	14572	15598	16844	19012	17939
Robotics	3191	3727	3702	4783	5120	5121	6080	6806	7029	7894	8418	7377
Visualization	14030	15113	15627	16751	17980	18384	20007	21969	23441	25114	27892	26197
Intelligent transport systems	835	924	1050	1073	1107	1153	1403	1641	2138	2176	2466	2393
E-Governance	1809	2227	2321	2738	3116	3327	3727	4526	5540	6651	7653	6788
Software Defined Networking	9059	10949	11787	12727	14313	14869	16899	19123	22089	24633	27278	26434
5G	8413	10425	11509	12795	19782	15093	16301	17067	18982	20160	21585	20239
Smart city	821	935	1093	1132	1195	1352	1547	1917	2179	2748	3540	3846
Smart grid	447	505	619	694	850	1077	1588	1892	2366	3075	4074	4023

Таблица 3. Динамика изменения количества цитирований
в доменах ИКТ по данным ScienceDirect

Domain	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Augmented Reality	119	116	134	161	174	229	254	313	442	445	611	615
Big Data	665	817	933	1076	1191	1354	1554	1857	2396	2984	4137	5007
Bioinformatics	2414	3126	3649	4220	4721	5219	5745	6720	7976	8320	9590	9271
Cloud computing	95	107	139	147	166	248	478	696	1091	1464	2105	2433
Cyber-Physical systems	11	15	29	31	21	37	73	107	73	297	456	552
Embedded systems	1417	1714	2078	2323	2808	2996	3510	4169	5035	5667	6989	7682
Information Security	1121	1252	1711	1702	2121	2282	2849	3438	4082	4565	5078	5446
Internet of things	366	396	511	488	559	554	728	921	1138	1425	1506	1759
HUMAN-machine systems	1278	1486	1677	1957	2201	2328	2709	3161	3671	3897	4559	4675
Mobile computing	621	798	1070	1299	1377	1479	2041	2394	2708	2904	3582	3596
Machine Learning	1954	2538	2899	3530	4220	4176	5205	5914	6703	7489	8982	9301
Machine to machine	6741	7910	8465	9688	10783	10633	12569	14304	15925	17111	19747	20082
Multi agent systems	1363	1680	1848	2243	2509	2768	3380	4097	4807	5741	6732	7138
Neural Networks	5911	6930	7797	9120	10360	10163	12384	13590	15455	16691	19363	20026
Robotics	1557	1822	2015	2595	2851	2962	3522	4150	4488	4852	5364	5045
Visualization	3862	4155	4568	5271	5501	5906	6534	7074	7906	8558	9855	9952
Intelligent transport systems	137	216	230	286	343	397	550	761	931	1085	1207	1209
E-Governance	872	1150	1340	1685	1988	2244	2650	3293	4235	4955	5971	5961
Software Defined Networking	92	163	196	220	283	311	354	500	643	721	858	967
5G	69	86	78	89	113	93	100	134	133	134	170	240
Smart city	127	168	199	222	214	278	346	472	633	878	1296	1590
smart grid	29	48	54	77	95	145	298	548	803	1458	2062	2577

Таблица 4. Изменение количества публикаций в доменах ИКТ по данным ScienceDirect



Расчет производной выполнен численным методом в соответствии с выражением

$$f'(x_0) \approx \frac{(f(x_0 + \Delta x) - f(x_0 - \Delta x))}{2\Delta x},$$

где x_0 — текущий год; $\Delta x = 1$ (минимальный период получения данных – 1 год). В связи с особенностями вычисления производной показатель D1 может быть получен за период с 2006 по 2014 год, а D2 – с 2007 по 2013. В табл. 5 и 6 в качестве иллюстрации приведены результаты расчетов CAGR, D1, D2 в домене Machine Learning. Результаты расчетов по остальным доменам показаны в виде графиков.

Таблица 5. Исходные данные и результаты расчета показателей CAGR в домене Machine learning

Machine Learning					
Year	Amount of papers (n)	T	Amount of Citations (c)	CAGR(citations)	CAGR(Papers)
2005	5025	2	1954		
2006	5914	3	2538	13,968	8,485732836
2007	6355	4	2899	14,053	8,141692649
2008	6824	5	3530	15,934	7,9507684
2009	7291	6	4220	16,648	7,728399193
2010	7378	7	4176	13,494	6,610610617
2011	8500	8	5205	15,023	7,798281407
2012	9566	9	5914	14,847	8,380035469
2013	10720	10	6703	14,679	8,783262598
2014	12104	11	7489	14,380	9,189099647
2015	14777	12	8982	14,874	10,30276075

Таблица 6. Результаты расчета показателей D1 и D2 по данным домена Machine Learning

Year	dn/dt	dc/dt	D1 (Speed)	D2 (Acceleration)
2005				
2006	665	472,5	98,1	
2007	455	496	83,5	-50,6
2008	468	660,5	100,2	-97,15
2009	277	323	52,8	29,4
2010	604,5	492,5	95,1	408,7
2011	1094	869	170,1	240,675
2012	1110	749	160,0	57,775
2013	1269	787,5	176,3	425,975
2014	2028,5	1139,5	270,5	
2015				

Графики в табл. 7 иллюстрируют динамику изменения показателей D1 и D2 в доменах ИКТ. В связи с тем, что D1 — фактически означает скорость изменения, а D2 — ускорение прироста числа публикаций и цитирований, на графиках они обозначены как Speed и Acceleration, соответственно.

Таблица 7. Графики оценки динамики и изменений скорости и ускорения по доменам

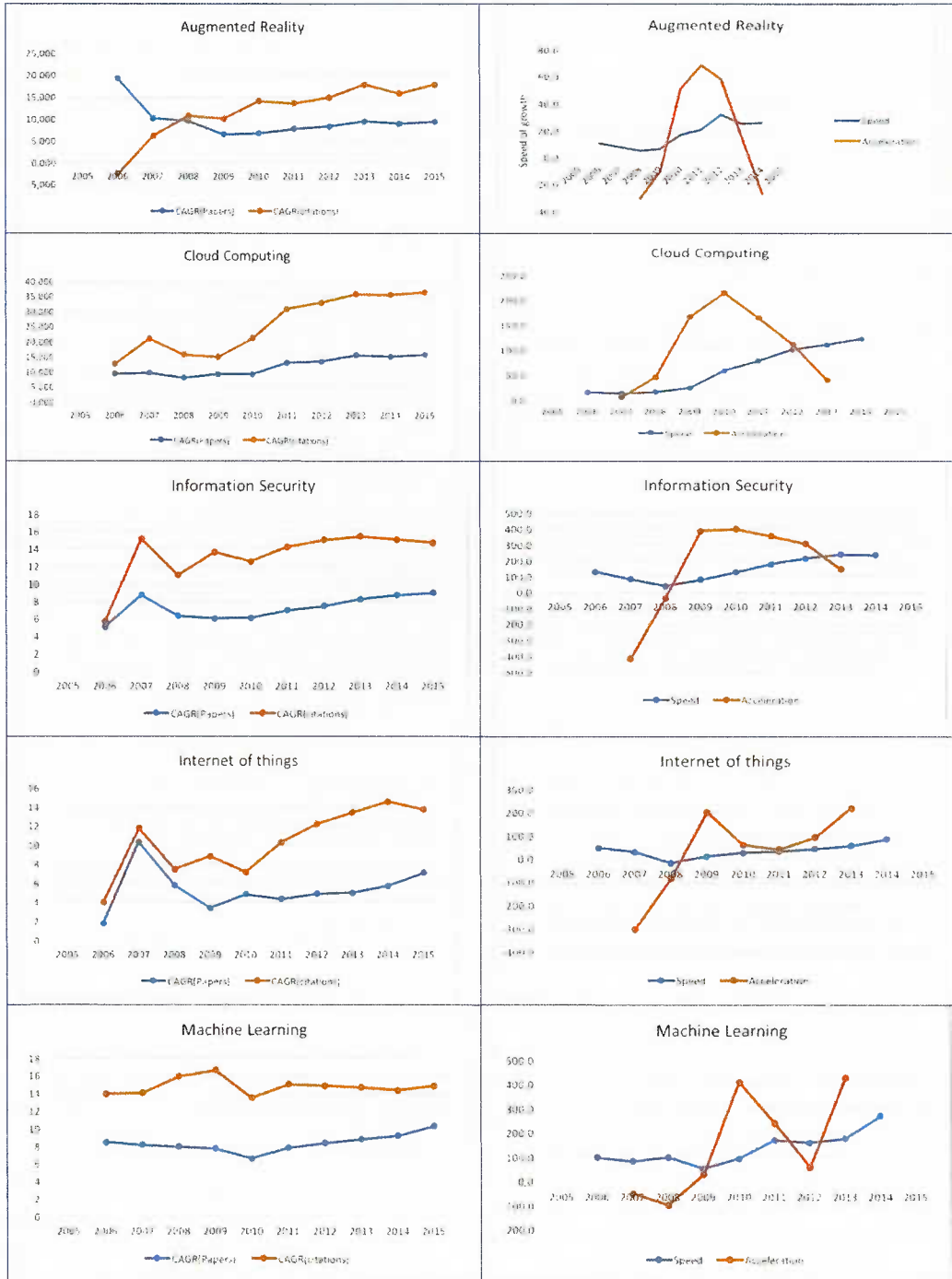


Таблица 7. Окончание



4. Заключение

В настоящее время количество публикаций во всех рассматриваемых семантических разделах ИКТ демонстрирует устойчивый рост. Поэтому для количественного анализа динамики указанного роста наряду с CARG нами предложены дифференциальные показатели оценки «перспективности» D1 и D2.

При этом, если показатель D1 отражает скорость роста научных публикаций, то использование показателя D2 позволяет выявить периоды снижения скорости прироста научных публикаций и цитирований статей. Отрицательное значение показателя свидетельствует как раз о замедлении прироста. На представленных данных можно заметить интересную закономерность для большинства новых доменов, когда после первоначального роста наблюдается замедление и затем повторное ускорение (домен Big Data, Augmented Reality, Cyber-physical systems, Informations Security, Internet of things, Human-Machine Systems, Mobile Computing, Machine Learning, Machine-to-machine, Multi-agent systems, Intelligent transport systems, Software Defined Networking). Причины такого феномена нужно искать за пределами данного исследования, но, можно предположить, что указанная динамика характеризует глубину развития области исследования или, с другой стороны, освоение нового смысла исследователями и применение его в работах. Только для двух из представленных областей (Smart grid, Cloud Computing) наблюдается постоянный устойчивый прирост числа цитирований и публикаций (показатель D2 имеет только положительное значение за весь рассматриваемый период).

Некоторые домены (Neural Networks, Robotics, Visualisation), характеризуются повторным ускорением (Показатель D2 имевший несколько периодов отрицательное значение вновь становится положительным), причем для доменов Smart city и E-governance период «падения» один и тот же.

Очевидно, что рассматриваемые показатели не могут в полной мере характеризовать перспективность той или иной области исследования. Нужно согласиться с тезисом [7], что при выявлении векторов развития науки на макроуровне нельзя опираться исключительно на методы наукометрии, необходимо экспертное мнение. Но, как нам кажется, введенные показатели, учитывая их наглядность, могут использоваться для поддержки принятия решений экспертами.

Отметим, что величина показателей для отдельных направлений исследований зависит от общего числа публикаций в домене вследствие особенностей численного расчета производных. Возможно будет полезной нормализация показателей. Кроме этого, из-за особенностей численного дифференцирования и годового периода сбора данных нет возможности вычислить данные показатели за последний год–два, что может быть весьма критично для новых доменов исследований.

Отдельного внимания заслуживает вопрос, в какой момент предлагаемые меры могут стать нерелевантными. Можно предположить, что данные показатели наиболее продуктивны при сравнении относительно небольших по объему публикаций направлений исследований (например, в диапазоне 1000-10000 статей в год), поскольку при увеличении, область исследований неизбежно сегментируется и в ней появляются новые направления.

В целом, описанные показатели позволяют агрегировать два (при необходимости и более) библиометрических показателя и получать интегрированную оценку наглядно демонстрирующую динамику изменения исследуемого домена.

Благодарности. Работа выполнена при частичной поддержке гранта 0168 ГФ4 министерства образования и науки РК и поддержке Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики — Грант № EIF-2014-9(24)-KETPL-14/02/1.

Литература

- [1] *Muhamedyev R. I., Kalimoldaev M. N., Uskenbayeva R. K.* Semantic network of ICT domains and applications // Proceedings of the 2014 Conference on Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia. — New York, 2014. P. 178–186.
- [2] *Muhamedyev R. I. etc.* Revelation of new ICT domains for upcoming Kazakhstan’s participation // Proceedings of the 2014 Conference on Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia. — New York, 2015. P. 179–188.
- [3] *Muhamedyev R. I., Amirgaliyev Y. N., Kalimoldayev M. N., Khamitov A. N., Abdilmanova A.* Selection of the most prominent lines of research in ICT domain // Proceedings of the 2015 Twelve International Conference on Electronics Computer and Computation (ICECCO). — IEEE, 2015. P. 36–42.
- [4] *Aliguliyev R. M., Aliguliyev R.M.* Evolutionary algorithm for extractive text summarization // *Intelligent Information Management*. 2009. Vol. 1. No. 1. P. 128–138.
- [5] *Cilibrasi R. L., Vitányi P. M. B.* The Google similarity distance // *IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering*. 2007. Vol. 19. No. 3. P. 370–383.
- [6] *Aliguliyev R. M.* A new sentence similarity measure and sentence based extractive technique for automatic text summarization // *Expert Systems with Applications*. 2009. Vol. 36. No. 4. P. 7764–7772.
- [7] Руководство по наукометрии: индикаторы развития науки и технологии : монография / Акоев М., Маркусова В.А, Писляков В.В.; под ред. М.А. Акоева. — Екатеринбург: Изд-во урал. ун-та, 2014.

Авторы:

Айнура Алмазовна Абдильмановна — магистрант Международного университета информационных технологий, Алматы, Казахстан

Рашид Магомед оглу Алыгулиев — доктор технических наук, заведующий отделом, Институт доктор технических наук, руководитель департамента, Институт информационных технологий НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

Рахиль Ильгизович Мухамедиев — доктор инженерных наук, профессор кафедры управления информационными системами, Казахстанско-британский технический университет, главный научный сотрудник Института информационных и вычислительных технологий МОН РК, Алматы, Казахстан