

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

КОЗАЧУК АНДРІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 519.216.3:004.9

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МАСШТАБУВАННЯ ХМАРНОГО
ЗАСТОСУНКУ, ЩО БАЗУЄТЬСЯ НА ПРОГНОЗУВАННІ ЙОГО СТАНУ**

05.13.06 – «Інформаційні технології»

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник
кандидат технічних наук, доцент
Савчук Тамара Олександрівна

Вінниця – 2016

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ МАСШТАБУВАННЯ ХМАРНОГО ЗАСТОСУНКУ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.1 Методи та засоби масштабування хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
1.2 Аналіз сучасних методів та платформ прогнозування часових рядів	Error! Bookmark not defined.
1.3 Аналіз методів класифікації режимів роботи хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
1.4 Постановка задачі дослідження	Error! Bookmark not defined.
1.5 Висновки до розділу 1	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНИХ ЗАСАД ПРОЦЕСУ МАСШТАБУВАННЯ ХМАРНОГО ЗАСТОСУНКУ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.1 Інформаційна модель масштабування хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Критерій класифікації поточного режиму роботи хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Можливі стани інфраструктури хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 Модель хмарного застосунку як системи масового обслуговування	Error! Bookmark not defined.
2.2 Метод прийняття рішень щодо масштабування хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Застосування методу реактивного масштабування	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Удосконалення методу предиктивного масштабування	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Прогнозування часу виконання мережевого запиту	Error! Bookmark not defined.
2.3 Критерій ефективності функціонування хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
2.4 Висновки до розділу 2	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МАСШТАБУВАННЯ ХМАРНОГО ЗАСТОСУНКУ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.1 Модуль прогнозування кількості мережевих запитів до хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
3.2 Модуль прийняття рішень щодо масштабування хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
3.3 Дослідження часового ряду мережевих запитів до хмарного застосунку зі змінним навантаженням	Error! Bookmark not defined.
3.4 Вибір моделей для прогнозування часового ряду мережевих запитів	Error! Bookmark not defined.

3.5	Вимоги до симулятора роботи хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
3.6	Висновки до розділу 3	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО МАСШТАБУВАННЯ ХМАРНОГО ЗАСТОСУНКУ		
4.1	Вибір цільової платформи використання інформаційної системи автоматизованого масштабування хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
4.2	Розробка модулів прогнозування та масштабування	Error! Bookmark not defined.
4.3	Розробка інтерфейсу адміністратора	Error! Bookmark not defined.
4.4	Оцінювання результатів прогнозування часового ряду мережевих заходів	Error! Book
4.5	Розробка симулятора роботи хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
4.6	Впровадження та оцінювання ефективності інформаційної технології масштабування хмарного застосунку	Error! Bookmark not defined.
4.7	Висновки до розділу 4	Error! Bookmark not defined.
	ВИСНОВКИ	136
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	139
	ДОДАТКИ	153
	Додаток А.	154
	Додаток Б.	160
	Додаток В.	164
	Додаток Г.	168
	Додаток Д.	173

ВСТУП

Актуальність теми

Використання хмарних обчислень дозволяє значно полегшити підтримку серверної інфраструктури, збільшити швидкість розгортання застосунку, а також адаптувати хмарний застосунок під режим навантаження зі змінними піками. Нерівномірність інтенсивності використання хмарного застосунку визначає актуальною задачу оптимізації обчислювальних ресурсів, що виділяються для підтримки його роботи. Ця задача розв'язується завдяки масштабуванню хмарного застосунку на основі оцінки його стану – адаптації кількості виділених обчислювальних ресурсів до завантаженості хмарного застосунку.

На сьогоднішня спостерігається стійка тенденція до збільшення популярності хмарних обчислень. За 2015 рік світовий ринок хмарних обчислень у цілому зріс на 28%, а ринок хмарних обчислень типу "Платформа як послуга" - на 51%. За прогнозом агентства TBR сумарний дохід від надання послуг хмарних обчислень збільшиться з 80 мільярдів доларів США в 2015 році до 167 мільярдів у 2020 році. Національний інститут стратегічних досліджень прогнозує, що багаторазове збільшення українського ринку хмарних обчислень найближчими роками приведе до виникнення нового специфічного і значущого сектору української економіки та інфраструктури.

Системи масштабування хмарного застосунку здебільшого використовують реактивне масштабування – нарощування або зниження обчислювальних потужностей при досягненні певного порогу використання наявних обчислювальних ресурсів. Даний підхід є ефективним у цілому, але у випадку коротких та частих піків навантаження спостерігаються проблеми в роботі застосунку в проміжку часу між початком процесу масштабування та виділенням обчислювальних ресурсів. Для уникнення такого недоліку застосовують предиктивне масштабування, що ґрунтується на прогнозі інтенсивності завантаження хмарного застосунку. Такий прогноз може бути побудований за допомогою методів прогнозування часових рядів із застосуванням їх до часового ряду мережевих запитів, які надходять до хмарного застосунку. При цьому інформація про можливі піки навантаження хмарного

застосунку може бути використана для підвищення точності прогнозу відповідними методами в залежності від стану, в якому перебуває хмарний застосунок. Більшість сучасних систем здійснюють лише горизонтальне масштабування на базі реактивних правил. Поєднання горизонтального та вертикального масштабування з використанням як реактивних правил, так і прогнозу стану хмарного застосунку збільшить кількість можливих станів серверної інфраструктури та ефективність масштабування.

Сучасні методи масштабування хмарного застосунку розглянуті в роботах М. Мао [1], Дж. Янга [2], М. Нето [3], Л. Мур [4], Р. Кунча [5], Ж. Сімсон [6], З. Гонга [7], С. Сальвадора [8], С. Єонга [9], Х. Канга [10], М. Хумфері [11], З. Шена [12], З. Факіда [14], М. Седагат [15], Е. Елмрота [15], М. Хумфері [16]. Застосування методів прогнозування станів об'єктів представлено в роботах В. Н. Афанасьєва [17], М. М. Юзбашева [17], Х. Діа [18], А. І. Петренка [19], В. М. Дубового [20], А. А. Ярового [21], С. В. Юхимчука [22], Р. Н. Кветного [26], Б. І. Мокіна [23], І. В. Кузьміна [24], С. Д. Штовби [25].

Класичні підходи до масштабування хмарного застосунку у випадку змінних піків навантаження часто дають незадовільні результати, оскільки це не відповідає шаблону його нормального функціонування та може призвести до стрімкої зміни потреби в обчислювальних ресурсах.

Більшість з існуючих підходів до масштабування хмарного застосунку не враховують нерівномірність часу проведення масштабування, деякі з них мають обмежене застосування через високі технічні вимоги, наприклад, потребу у можливості зміни черги виконання запитів або внесення змін до коду хмарного застосунку. Крім того, часто ігнорується можливість проведення вертикального масштабування за обмеженням підтримки хмарними платформами.

Отже, актуальною є задача розробки нової інформаційної технології масштабування хмарного застосунку, що використовує прогноз його стану при прийнятті рішень щодо масштабування, з метою скорочення часу реакції на зміну завантаженості та збільшення ефективності функціонування хмарного застосунку.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана відповідно до напрямку наукових досліджень кафедри комп'ютерних наук Вінницького національного технічного університету 22 К1 «Моделі, методи, технології та пристрої інтелектуальних інформаційних систем управління, економіки, навчання та комунікацій», відповідно до переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок, де здобувач брав участь в якості виконавця окремих розділів.

Мета і задачі дослідження

Метою дисертаційного дослідження є підвищення ефективності функціонування хмарного застосунку за рахунок використання інформаційної технології, що базується на поєднанні реактивного та предиктивного підходів до здійснення його горизонтального та вертикального масштабування.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Дослідити методи та засоби масштабування хмарного застосунку.
2. Розробити інформаційну модель масштабування хмарного застосунку, що описує хмарний застосунок як систему масового обслуговування, включає у себе критерій класифікації поточного режиму роботи хмарного застосунку та граф станів його інфраструктури.
3. Удосконалити метод прийняття рішень щодо масштабування хмарного застосунку, що базується на поєднанні реактивного та удосконаленого предиктивного підходів до горизонтального та вертикального масштабування з урахуванням інформації про можливі піки навантаження хмарного застосунку.
4. Розробити інформаційну технологію масштабування хмарного застосунку, яка забезпечує аналіз інформації про стан хмарного застосунку та реалізує удосконалений метод прийняття рішень щодо його масштабування для збільшення ефективності функціонування хмарного застосунку.
5. Розробити інформаційну систему автоматизованого масштабування хмарного застосунку.
6. Розробити симулятор роботи хмарного застосунку, що моделює функціонування хмарного застосунку із заданим профілем навантаження.

7. Провести порівняння ефективності функціонування хмарного застосунку при використанні розробленої інформаційної технології та за технологією, що використовує класичні підходи до масштабування.

8. Дослідити результати застосування інформаційної системи автоматизованого масштабування хмарного застосунку.

Об'єктом дослідження є процес масштабування хмарного застосунку.

Предметом дослідження є інформаційні технології масштабування хмарного застосунку.

Методи дослідження

Використано теоретичні та змішані методи, серед них: методи системного аналізу та синтезу для розробки інформаційної моделі масштабування хмарного застосунку, методи авторегресії-проінтегрованого ковзного середнього та експоненційного згладжування – для прогнозування часового ряду мережевих запитів до хмарного застосунку, теорію систем масового обслуговування – для оцінки часу виконання мережевих запитів, метод Пейджа-Хінклі – для класифікації стану роботи хмарного застосунку, методи предиктивного та реактивного масштабування – для регулювання обчислювальних потужностей хмарного застосунку, статистичні методи – для визначення рівня значущості отриманих результатів, теорія інформаційних систем – при розробці архітектури системи автоматизованого масштабування хмарного застосунку, метод ідеалізації – для побудови моделі процесу функціонування хмарного застосунку, метод формалізації – при побудові моделі інфраструктури хмарного застосунку, метод об'єктно-орієнтованого програмування – при розробці модулів системи автоматизованого масштабування хмарного застосунку, метод комп'ютерного моделювання – для симуляції роботи хмарного застосунку.

Наукова новизна одержаних результатів

1. Вперше запропоновано інформаційну модель масштабування хмарного застосунку, яка відрізняється моделлю хмарного застосунку як системи масового обслуговування, критерієм класифікації поточного режиму роботи хмарного

застосунку та графом станів його інфраструктури, що дозволяє здійснювати оцінювання поточного і прогнозування майбутніх станів хмарного застосунку.

2. Удосконалено метод прийняття рішень щодо масштабування хмарного застосунку, що на відміну від існуючих базується на поєднанні реактивного та удосконаленого предиктивного підходів до горизонтального та вертикального масштабування з урахування інформації про можливі піки навантаження хмарного застосунку, збільшує потужність множини рішень щодо масштабування хмарного застосунку та підвищує їх ефективність.

3. Вперше розроблено інформаційну технологію масштабування хмарного застосунку, яка забезпечує аналіз інформації про стан хмарного застосунку та реалізує удосконалений метод прийняття рішень щодо його масштабування, що дозволило підвищити ефективність функціонування хмарного застосунку.

Практичне значення одержаних результатів

Практична цінність результатів дисертаційного дослідження полягає у тому, що:

- Розроблено алгоритм прогнозування часу виконання мережевого запиту до хмарного застосунку.
- Розроблено алгоритм визначення локального максимуму часового ряду кількості мережевих запитів до хмарного застосунку.
- Розроблено інформаційну систему автоматизованого масштабування хмарного застосунку, що включає в себе модулі збору статистичної інформації, прогнозування кількості мережевих запитів та прийняття рішень щодо масштабування, а також інтерфейс роботи з хмарною платформою.
- Розроблено симулятор роботи хмарного застосунку.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в ТОВ "СДМ Україна" у вигляді інформаційної системи масштабування хмарного застосунку автоматизації проведення мозкових штурмів «BrainTank» (№ 47/4 від 28.10 2015 р.).

Особистий внесок здобувача

Основні теоретичні та експериментальні дослідження, положення і висновки дисертаційної роботи були отримані автором особисто.

У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, автору дисертації належать: аналіз ефективності застосування моделей часових рядів для прогнозування стану хмарного застосунку [27], огляд способів опису девіантних законів розподілу, побудова функції генерації випадкових величин на основі графіка функції щільності розподілу [28, 29, 130, 131], визначення залежності втрати хмарним застосунком користувачів від завантаженості його інфраструктури, оцінювання ефективності функціонування хмарного застосунку в залежності від технології його масштабування [30], алгоритм автоматизованого прийняття рішень щодо масштабування хмарного застосунку [31], розробка архітектури інформаційної технології масштабування хмарного застосунку, граф станів інфраструктури хмарного застосунку [32, 33], аналіз систем масштабування хмарних застосунків, модель хмарного застосунку як системи масового обслуговування [34], побудова архітектури симулятора хмарного застосунку [35], тестування роботи симулятора хмарного застосунку [36], використання моделі хмарного застосунку як системи масового обслуговування для прогнозування часу виконання мережевих запитів [37], інформаційна модель масштабування хмарного застосунку, критерій класифікації поточного режиму його роботи [38, 28].

Апробація результатів дисертації

Результати проведеного дослідження були апробовані на 3-ій міжнародній конференції з автоматичного управління та інформаційних технологій ICASIT-2015 11-15 грудня 2015 р., м. Київ, НТУУ «КПІ»; конференції «Наукові підсумки 2015 року», 22 грудня 2015 р., м. Харків, ПП Технологічний центр; 4-й міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні технології», 25-27 травня 2016 р., м. Суми, СумДУ; XVI міжнародній науково-технічній конференції «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» 10 – 15 червня 2016 р., м. Одеса, Одеська національна академія зв'язку ім. О.С.Попова, XLIV та XLV науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ, 2015, 2016 р.р., Вінниця, ВНТУ.

Публікації

Матеріали досліджень опубліковані у 14 друкованих працях, з них 7 статей у виданнях що входять до переліку фахових видань, в тому числі 1 стаття у науковому журналі, що входить до наукометричної бази SCOPUS, 1 стаття у іноземному фаховому журналі, 2 свідоцтва на реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму, 5 матеріалів та тез доповідей науково-технічних та науково-практичних конференцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mao M. Cloud auto-scaling with deadline and budget constraints. In Grid Computing (GRID)/ M. Mao, J. Li, M. Humphrey // 11th IEEE/ACM International Conference – 2010. – С. 41-48 – ISBN 978-1-5090-1941-0
2. Yang J. A profile-based approach to just-in-time scalability for cloud applications/ J. Yang, J. Qiu, Y. Li.// IEEE International Conference on Cloud Computing – Washington, DC, 2009 – С. 9–16.
3. Netto M. Evaluating Auto-scaling Strategies for Cloud Computing Environments: Modelling, Analysis & Simulation of Computer and Telecommunication Systems // 22nd International Symposium MASCOTS – 2014. – С. 187-196.
4. Moore L. A Coordinated Reactive and Predictive Approach to Cloud Elasticity [Електронний ресурс] / L. R. Moore, K. Bean, T. Ellahi // Cloud Computing 2013 : The Fourth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization. – 2014. – С. 87–92. – 2014. – ISBN: 978-1-61208-271-4 – Режим доступа: https://www.thinkmind.org/download.php?articleid=cloud_computing_2013_4_20_20112
5. Cunha R. L. F. Exploiting user patience for scaling resource capacity in cloud services / R. L. F. Cunha, M. D. Assunc, C. Cardonha, M. A. S. Netto // 7th IEEE International Conference on Cloud Computing (CLOUD'14). – 2014.
6. Simons J. Placing motivation and future time perspective theory in a temporal perspective / J. Simons, M. Vansteenkiste, W. Lens, M. Lacante// Educational Psychology Review – 2004. – № 16(2) – С. 121-139. – ISSN: 1040-726X
7. Gong, Z. Press: Predictive elastic resource scaling for cloud systems / Z. Gong, X. Gu, J. Wilkes// Network and Service Management (CNSM) International Conference – 2010. – С. 9-16.
8. Salvador S. FastDTW: Toward accurate dynamic time warping in linear time and space / S. Salvador, P. Chan// KDD Workshop on Mining Temporal and Sequential Data. – 2004. – ISSN: 1931-0145
9. Ahn Y. Auto-scaling method in hybrid cloud for scientific applications. / Y. Ahn, J. Choi, S. Jeong, Y. Kim// Network Operations and Management Symposium (APNOMS). – 2014. – № 16 – С. 1-4.
10. Kang H. A SLA driven vm auto scaling method in hybrid cloud environment/ H. Kang, J. Koh, Y. Kim, J. Hahm // APNOMS IEICE. – 2013.

11. Mao M. Cloud auto-scaling with deadline and budget constraints/ M. Mao, J. Li, M. Humphrey // 11th IEEE/ACM International Conference on Grid Computing (GRID). IEEE/ACM. – 2010 – С. 41–48.
12. Shen Z. Cloudscale: elastic resource scaling for multi-tenant cloud systems / Z. Shen, S. Subbiah, X. Gu, J. Wilkes // 2nd ACM Symposium on Cloud Computing. – ACM, 2011. – С. 5.
13. Chen Y. Interactive analytical processing in big data systems: A cross-industry study of mapreduce workloads / Y. Chen, S. Alspaugh, R. Katz // VLDB Endow. – 2012.
14. Fadika Z. DELMA: Dynamically ELastic MapReduce Framework for CPU-Intensive Applications./ Z. Fadika, M. Govindaraju // Proc. of the 11th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid' 11). – 2011 – С. 454–463.
15. Sedaghat M. A virtual machine re-packing approach to the horizontal vs. vertical elasticity trade-off for cloud autoscaling/ M. Sedaghat, F. Hernandez-Rodriguez, E. Elmroth// Proc. of the ACM Cloud and Autonomic Computing Conference (CAC'13) – ACM, 2013.
16. Mao M. Auto-scaling to minimize cost and meet application deadlines in cloud workflows / M. Mao, M. Humphrey // Proc. of the Int. Conf. for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC). – 2011.
17. Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование/ В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев // – М.: Финансы и статистика, 2001. — 228 с. – ISBN 5-279-02419-8
18. Dia H. An object-oriented neural network approach to short-term traffic forecasting// European Journal of Operational Research – 2001 – № 131(2) – с. 253-261. – ISSN 0377-2217.
19. Петренко А.І. Grid та інтелектуальна обробка даних Data Mining // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2008. – № 4. – С. 97-110. – ISSN 1681-6048
20. Глонь О.В. Моделирование систем управления в условиях неопределенности: монография / О.В. Глонь, В.М. Дубовой. - Винница : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. - 169 с - ISBN 966-641-101-6.
21. Яровий А. А. Розробка нейромережевої інтелектуальної системи для прогнозування енергетичних центрів плямових зображень у процесах профілювання лазерного променя/ А. А. Яровий, Р. С. Власюк// Системні дослідження та інформаційні технології – Київ, 2012.

22. Юхимчук С. В. Моделі автоматизації вироблення рекомендацій керівнику гасіння пожежі на залізничному транспорті / С. В. Юхимчук, М. Д. Кацман // Універсум – Вінниця, 2008, 144 с. – ISBN 978-966-641-235-8
23. Мокін Б. І. Моделювання процесу прогнозування добових графіків споживання електричної потужності на основі баз нечітких знань/ , Б. І. Мокін, Ю. І. Мітюшкін// Вісник ВПІ – № 5 –, 2001 – С. 58-63.
24. Кузьмин И. В. Основы моделирования сложных систем. – К.:Вища школа, 1981. – 360с.
25. Штовба С. Д. Регресійні моделі впливу викидів автотранспорту на частоту захворювань органів дихання у Вінницькій області/ С. Д. Штовба, АВ Нагорна//Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2012 – С. 86-90
26. Кветний Р. Н. Часові ряди та прогнозування рівня вібрації гідрогенераторів. /Р. Н. Кветний, Л. М. Мельник // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія – №3(34) – 2016 – С. 4-8.
27. Савчук Т. О. Прогнозування кількості мережевих запитів до хмарного застосунку / Т. О. Савчук, А. В. Козачук // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Інформаційні системи та мережі. – 2015. – № 1 – С. 139-146. – ISSN 0321-0499.
28. Савчук Т. О. Система моделювання неперервних випадкових величин з графічно заданими особливостями «GenGraph» / Т. О. Савчук, В. В. Колодний, А. В. Козачук // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2011. – №2. – С. 49-55. – ISSN 1999-9941.
29. Колодний В. В. Комп'ютерна програма "GenGraph"/ В. В. Колодний, А. В. Козачук // Свідectво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму №35767 від 28.02.2011.
30. Савчук Т. О. Розробка критерія оцінювання ефективності роботи хмарного застосунку / Т. О. Савчук, А. В. Козачук // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – № 2(77). – С. 20 – 26. – ISSN 1729-3774.
31. Савчук Т. О. Автоматизоване прийняття рішень щодо масштабування хмарного застосунку / Т. О. Савчук, А. В. Козачук// Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2015. — №2. — С. 15 – 22. — ISSN 1999-9941
32. Савчук Т. О. Інформаційна технологія масштабування хмарного застосунку зі змінними піками навантаження / Т. О. Савчук, А. В. Козачук // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2015. – № 5 (25). – С. 4 – 11. – ISSN 2226-3780.

33. Савчук Т. О. Система автоматичного масштабування хмарних застосунків з періодичними піками навантаження / Т. О. Савчук, А. В. Козачук // Свідectво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму №62386 від 05.11.2015.
34. Савчук Т. О. Information technology of cloud app scaling / Т. О. Савчук, А. В. Козачук // ICASIT-2015: Матеріали 3-ї Міжнародної конференції з автоматичного управління та інформаційних технологій, м. Київ, 11-15 грудня 2015 р. – 2015. – С. 108 – 111.
35. Савчук Т. О. Масштабування хмарного додатку з використанням симулятора навантаження його роботи / Т. О. Савчук, А. В. Козачук // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – № 4. – С. 222 – 226. – ISSN 2219-9365.
36. Савчук Т. О. Розробка симулятора роботи хмарного застосунку / Т. О. Савчук, А. В. Козачук // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – №6/7 (26). – С. 4 – 6. – ISSN 2226-3780
37. Савчук Т. О. Інформаційна технологія масштабування хмарного застосунку з неперіодичними піками навантаження / Т. О. Савчук, А. В. Козачук // Тези XLV науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету. – 2016. – ВНТУ. – С. 1 – 2.
38. Savchuk T. O. Information model of a cloud application scaling with variable load peaks/ Т. О. Savchuk, A. V. Kozachuk// EUREKA: Physics and Engineering. – 2016. – № 3 (4). – С. 38 – 45. – ISSN 2461-4254
39. Scryer: Netflix's Predictive Auto Scaling Engine. 2014. [Електронний ресурс]. Available: <http://techblog.netflix.com/2013/12/scryer-netflixs-predictive-auto-scaling.html>
40. Ali-Eldin A. Workload classification for efficient autoscaling of cloud resources [Електронний ресурс] / A. Ali-Eldin, J. Tordsson, E. Elmroth, M. Kihl// Technical Report – 2005.Режим доступа: <http://www8.cs.umu.se/research/uminf/reports/2013/013/part1.pdf>
41. Assuncao M. D. Impact of User Patience on Auto-Scaling Resource Capacity for Cloud Services/ M. D. Assuncao, C. Cardonha, M. Netto, R. Cunha // Future Generation of Computing Systems (FGCS) – Elsevier, 2015. – С. 1-10.
42. WEI Y. Adaptive resource management for service workflows in cloud environments. / Y. Wei, M. B. Blake, I. Saleh// Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops & PhD Forum (IPDPSW) – 2013 – С. 2147-2156.

43. How a Slow Website Impacts Your Visitors and Sales [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.peer1.com/knowledgebase/how-slow-website-impacts-your-visitors-and-sales> .
44. Nah F. F. H. A study on tolerable waiting time: how long are Web users willing to wait?// Behaviour & Information Technology, 2004 – №23(3) – С. 153-163.
45. How Loading Time Affects Your Bottom Line [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://blog.kissmetrics.com/loading-time/> .
46. Menasce D. Load testing of web sites.// Internet Computing, 2002 – № 6(4) – С. 70-74.
47. Getting Started with Auto Scaling [Электронный ресурс] / Amazon – Режим доступа: <http://docs.aws.amazon.com/AutoScaling/latest/DeveloperGuide/GettingStartedTutorial.html>
48. Monitoring Amazon SQS with CloudWatch [Электронный ресурс] / Amazon – 2012 – Режим доступа: http://docs.aws.amazon.com/AWSSimpleQueueService/latest/SQSDeveloperGuide/MonitorSQSwithCloudWatch.html#SQS_metricscollected
49. Amazon Elastic Compute Cloud Dimensions and Metrics [Электронный ресурс] / Amazon – 2010 – Режим доступа: <http://docs.aws.amazon.com/AmazonCloudWatch/latest/DeveloperGuide/ec2-metricscollected.html#ec2-metrics>
50. Configuring Auto Scaling with Elastic Beanstalk. [Электронный ресурс] / Amazon. 2010 – Режим доступа: <http://docs.aws.amazon.com/elasticbeanstalk/latest/dg/using-features.managing.as.html>
51. Портал Microsoft Azure [Электронный ресурс] / Microsoft – Режим доступа : \WWW/ URL: <https://portal.azure.com/>
52. Система автоматизації хмарних ресурсів CloudMonix [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cloudmonix.com/>
53. HTTP/1.1: Status Code Definitions [Электронный ресурс] / W3C – Режим доступа: <http://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616-sec10.html>
54. Squillace R. How to Use the Autoscaling Application Block. – 2015 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://azure.microsoft.com/en-us/documentation/articles/cloud-services-dotnet-autoscaling-application-block/>

55. Scaling Based on CPU or Load Balancing Serving Capacity [Електронний ресурс] / Google Cloud Platform. – Режим доступа: \WWW/ URL: <https://cloud.google.com/compute/docs/autoscaler/scaling-cpu-load-balancing>
56. GoGrid - A Datapipe Company. [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://www.datapipe.com/gogrid/>
57. Dell Cloud Manager: The Enterprise Cloud Management Solution [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://www.enstratus.com/home>
58. Ashalatha R. Evaluation of Auto Scaling and Load Balancing Features in Cloud / R. Ashalatha, J. Agarkhed// International Journal of Computer Applications. – 2015. – № 117(6). – Режим доступа: <http://research.ijcaonline.org/volume117/number6/pxc3902949.pdf>
59. Diagnostic Checks - MATLAB & Simulink [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://www.mathworks.com/help/econ/compare-arma-models.html> .
60. Chaleampong K. Autoregressive Integrated Moving Average with Explanatory Variable (ARIMAX) Model for Thailand Export [Електронний ресурс]/ Chaleampong Kongcharoen, Tapanee Kruangpradit// Faculty of Economics, Thammasat University – the 33rd International Symposium on Forecasting – Seoul, 2013 – режим доступа: http://forecasters.org/wp/wp-content/uploads/gravity_forms/7-2a51b93047891f1ec3608bdbd77ca58d/2013/07/Kongcharoen_Chaleampong_ISF2013.pdf
61. Моделирование ARIMA – временного ряда средствами MatLab 6.0 Simulink [Електронний ресурс] – режим доступа: <http://www.excelprognoz.narod.ru/arima.html> .
62. Руководство пользователя Mathcad - Функции регрессии. [Електронний ресурс] – режим доступа: http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/UsersGuide/chapter13/13_6.asp
63. Microsoft Time Series Algorithm Technical Reference [Електронний ресурс] – режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb677216.aspx> .
64. Дзендзелюк О. Побудова ARIMA моделей часових рядів для прогнозування метеоданих на мові програмування R/ О. Дзендзелюк, Л. Костів, В. Рабик // Електроніка та інформаційні технології – 2013 – № 3 – С. 211–219 – ISSN 2224-087X.
65. Meek C. Autoregressive Tree Models for Time-Series Analysis [Електронний ресурс]/ C. Meek, D.M. Chickering, D. Heckerman// Microsoft Research – режим доступа: <http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=45966>

66. SAS/ETS Forecasting Models [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://support.sas.com/rnd/app/ets/cap/forecasting/models.html> .
67. Ledwith-Crosby B. Using SAS/ETS® to Develop a Forecasting Model [Електронний ресурс]/ Conrail, Inc., Philadelphia, PA. – режим доступу: <http://www.lexjansen.com/sugi/sugi21/po/200-21.pdf> .
68. Econometrics and Time Series Analysis[Електронний ресурс]/ SAS/ETS Software – режим доступу: http://www.sas.com/en_us/software/analytics/ets.html .
69. Automatic Model Fitting: SAS/ETS(R) 9.2[Електронний ресурс]/ Getting Started with Time Series Forecasting – режим доступу: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/etsug/60372/HTML/default/viewer.htm#etsug_tfstart_sect012.htm .
70. Голячук Н. В. Хмарні обчислення: завтрашній день бізнесу / Н. В. Голячук, С. Є. Голячук, В. С. Рихлюк// Економічні науки. Серія: Облік і фінанси. – 2014 – № 11 (1). – С. 37-43.
71. Hyndman R. J. Forecasting: principles and practice/ R. J. Hyndman, G. Athanasopoulos – OTexts – 2014. – ISBN 978-098-750-710-5
72. Equations for the Smoothing Models [Електронний ресурс] – режим доступу: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/etsug/63348/HTML/default/viewer.htm#etsug_tffordet_sect014.htm
73. Gardner E. S. Forecasting trends in time series/ E. S. Gardner, E. D. Mckenzie// Management Science – 1985. – № 31.10 – С. 1237-1246.
74. Taylor J. W. Exponential smoothing with a damped multiplicative trend// International journal of Forecasting – 2003 – № 19.4– С. 715-725.
75. Chatfield C. Holt-Winters forecasting: some practical issues / C. Chatfield, M. Yar // The Statistician. – 1988. – С. 129-140.
76. Айвазян С.А. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Том 2. – М.: Юнити-Дана, 2001. – 432 с. – ISBN 5-238-00305-6.
77. Meade N. Evidence for the selection of forecasting methods // Journal of forecasting – 2000 – № 19.6 – С. 515-535.
78. Бидюк П.И. Системный подход к построению регрессионной модели по временным рядам / П.И. Бидюк, И.В. Баклан, В.Н. Рифа// Системні дослідження та інформаційні технології. – 2002. – № 3. – С. 114–131.
79. Бідюк, П. І. Системний підхід до прогнозування на основі моделей часових рядів// Системні дослідження та інформаційні технології, 2003.

80. Miao D. The periodic data traffic modeling based on multiplicative seasonal ARIMA model/ D. Miao, X. Qin, W. Wang //Wireless Communications and Signal Processing (WCSP), Sixth International Conference – 2014. – С. 1-5.
81. Ситник В. Ф. Імітаційне моделювання/ В. Ф. Ситник, Н. С. Орленко// К.: КНЕУ, 1999. – 208 с. ISBN 966-574-077-6
82. Рыжиков, Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии/ СПб.: Корона принт, 2004.
83. Быков, А. Ю. Имитационное моделирование с применением библиотеки классов языка Java, разработанной для «облачных» сервисов/А. Ю. Быков, Ф. А. Панфилов, О. О. Сумарокова // Инженерный журнал: наука и инновации, 2013 – №2.
84. Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації динамічних систем/ Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін – Вінниця: Універсум, 2010
85. Штовба С. Д. Прогнозування трудомісткості розробки програмних систем за допомогою нечіткої гібридної моделі/ С. Д. Штовба, А. А. Яковенко// Наукові праці Вінницького національного технічного університету – Наукові праці Вінницького національного технічного університету– №1. – 2014.
86. Бокс Дж. Анализ временных рядов: Прогноз и управление. Вып. 1 / Пер. с англ./ Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М., 1974. – 405 с.
87. Стеценко І. В. Система імітаційного моделювання засобами сіток Петрі/ І. В. Стеценко, О. В. Бойко// Математические машины и системы – 2009 - №1.1.
88. Томашевский В. Н. Имитационное моделирование средствами gpss/ В. Н. Томашевский; Е. Г. Жданова//РС. М.: Бестселлер, 2003.
89. Neill D. V. Tutorial on Event Detection [Електронний ресурс] / В. N. Daniel, W. K. Wong // Режим доступа: <http://www.cs.cmu.edu/~neill/papers/eventdetection.pdf>
90. Specht D. F.A general regression neural network. /Neural Networks, IEEE Transactions on Volume:2. – 2002. – № 6.
91. MacLennan J. Data Mining with Microsoft SQL Server 2008 / J. MacLennan, Z. Tang, B. Crivat. – 2008. – 672 С. – ISBN: 978-0-470-27774-4
92. Ананий В. Ограничения мощности алгоритмов: Деревья принятия решения /В. Ананий., Г. Левитин // Алгоритмы: введение в разработку и анализ. – М.:Вильямс, 2006. – С. 409-417. – ISBN 0-201-74395-7
93. Система пошуку подій у різномірних даних Stucco. [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://stucco.github.io/>

94. Система виявлення аномалій у часових рядах WSARE [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.autonlab.org/autonweb/16620.html>
95. Patil G. P. Upper level set scan statistic for detecting arbitrarily shaped hotspots / G. P. Patil, C. Taillie // *Envir. Ecol. Stal.* 11 – 2004. – С. 183-197.
96. Луценко О.П. Огляд методів пошуку розладнань і перспективи їхнього застосування у технічному аналізі біржових котирувань / О. П. Луценко, О. Г. Байбуз // Дніпропетровський національний університет ім. Олеса Гончара. актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. Том 16 – 2012.
97. Никифоров И.В. Последовательное обнаружение изменения свойств временных рядов.
98. Palshikar G. Simple algorithms for peak detection in time-series// *Proc. 1st Int. Conf. Advanced Data Analysis, Business Analytics and Intelligence.* – 2009.
99. Sanderson D. Programming google app engine: build and run scalable web apps on google's infrastructure / D. Sanderson. – O'Reilly Media, Inc., 2009. – 538 с.
100. Pocatilu P. Measuring the efficiency of cloud computing for e-learning systems [Електронний ресурс] / P. Pocatilu, F. Alecu, M. Vetrici // *WSEAS Transactions on Computers* – 2010. – № 9(1). – С. 42-51. – Режим доступу: \WWW/ URL: <http://wseas.us/e-library/transactions/computers/2010/89-159.pdf>
101. Klems M. Do clouds compute? a framework for estimating the value of cloud computing. In *Designing E-Business Systems* / M. Klems, J. Nimis, S. Tai// *Markets, Services, and Networks.* Springer Berlin Heidelberg. – 2009 – С. 110-123.
102. Разумников С. В. Анализ существующих методов оценки эффективности информационных технологий для облачных ИТ-сервисов [Електронний ресурс] / С. В. Разумников // *Современные проблемы науки и образования.* – 2013 – № 3. – Режим доступу: \WWW/ URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2013/3/405.pdf>
103. Якушева, Н. А. Расчет экономической эффективности облачных вычислений [Електронний ресурс] / Н. А. Якушева // *Инженерный журнал: наука и инновации: электронное научно-техническое издание.* – 2012 – № (3), 3. – Режим доступу: \WWW/ URL: <http://engjournal.ru/articles/124/124.pdf>
104. Яцько О. М. Вплив хмарних технологій на розвиток малого та середнього бізнесу в Україні [Електронний ресурс] / О. М. Яцько, Ю. А. Літвінчук// *Буковинський державний фінансово-економічний університет, м. Чернівці.* – Режим доступу: \WWW/ URL: <http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi->

bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Nvbdfa_2014_26_57.pdf

105. Lorido-Botrán T. Auto-scaling techniques for elastic applications in cloud environments/ T. Lorido-Botrán, J. Miguel-Alonso, J. A. Lozano// Department of Computer Architecture and Technology, University of Basque Country, Tech. Rep. – EHU-KAT-IK-09, 2012 – № 12.

106. Кветний Р. Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 2 : навчальний посібник / [Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р. та інші]; за заг. ред. Р. Н. Кветного. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 235 с.

107. Соловьев А. Ю. Алгоритмы структурной оптимизации и методы анализа информационных процессов в современных телекоммуникационных системах : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Соловьев А. Ю. ; Староскольский технологический институт – Воронеж., 2011. – 20 с.

108. Andrienko G. Extracting Events from Spatial Time Series [Электронный ресурс] / G. Andrienko, N. Andrienko, M. Mladenov, M. Mock, C. P. // Fraunhofer IAIS and University of Bonn, Germany – Режим доступа: <http://geoanalytics.net/and/papers/iv10.pdf>

109. 1998 World Cup Web Site Access Logs [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ita.ee.lbl.gov/html/contrib/WorldCup.html> .

110. Тренкеншу А. И. Программная идентификация ключевых фигур и предсказание тенденций графиков биржевых котировок по экстремальным признакам на основе алгоритмов сортировки.

111. Buxmann P. Software as a Service / P. Buxmann, T. Hess, Di. S. Lehmann // Wirtschaftsinformatik – 2008. – № 50.6. – С. 500-503.

112. Virtual Machine and Cloud Service Sizes for Azure [Электронный ресурс] / Microsoft – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/azure/dn197896.aspx>

113. Gañán J. M. 4CaaS: Comprehensive management of Cloud services through a PaaS [Электронный ресурс]// 2012. – Режим доступа: <http://oa.upm.es/20337/>

114. Тихонов В. И. Марковские процессы / В. И. Тихонов, М. А. Миронов. – М., «Сов. радио» – 1977.

115. Алиев Т. И. Основы моделирования дискретных систем [Электронный ресурс] / ИТМО, 2009 – С. 99 – 101. – Режим доступа: <http://books.ifmo.ru/file/pdf/469.pdf>

116. Юдина А.В. Статистика [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://abc.vvsu.ru/books/statistika_up/page0010.asp
117. Вентцель Е. С. Исследование операций. - М. "Советское радио", 1972, - 552 с
118. Моисеева С. П. Исследование суммарного потока обращений в бесконечно линейной СМО с повторным обслуживанием. / С. П. Моисеева, А. С. Морозова, А. А. Назаров// Вестник Томского государственного университета – 2006. – 290 с.
119. Саакян Г.Р. Теория массового обслуживания – Шахты, 2006. – 28 с.
120. Кветний Р. Н. Моделювання та оцінка параметрів якості зв'язку в телекомунікаційних мережах/ Р. Н. Кветний, В. Г. Лисогор, В. П. Посвятенко, Ю. А. Скидан; - Вінниця, ВНТУ, 2009 – 131 с.
121. Гнеденко Б. В. Введение в теорию массового обслуживания/ Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко; - М. "Наука", 1966 - 434с.
122. RightScale Cloud Management [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rightscale.com/>
123. Dykstra T. Azure WebJobs documentation resources [Электронный ресурс] / режим доступа: <https://azure.microsoft.com/en-us/documentation/articles/websites-webjobs-resources/>
124. Кузьмин И. В. Оценка эффективности и оптимизация автоматических систем контроля и управления / И.В. Кузьмин. – «Советское Радио», 1971. – стр. 296.
125. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Р. Шеннон. – М.: Мир, 1978. – 418с.
126. Емельянова Н. З. Основы построения автоматизированных информационных систем: Учебное пособие / Н.З. Емельянова, Т.Л. Партыка, И.И. Попо. – М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2007 – 416с. – ISBN 978-5-911134-102-2.
127. Буряк В.В. Эффективность информационных систем: учеб. пособие для студентов специальностей «Экономическая кибернетика» и «Интеллектуальные системы принятия решений» / В.В. Буряк, О.Л. Ольховская. – Краматорск: ДГМА, 2008. – 76 с.
128. Сарвин А.А. Диагностика и надежность автоматизированных систем: Письменные лекции / А.А. Сарвин, Л.И. Абакулина, О.А. Готшалк. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 69с.
129. Таунсенд К. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ/ К. Таунсенд, Д. Фохт. – М.:Финансы и статистика,1990.

130. Козачук А. В. Cloud Application Working Mode Classification Criteria // Матеріали 4-ї міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології», м. Суми, 25-27 травня 2016 р. – Суми, 2016. – С. 96 – 97. – ISSN 2311-8504.

131. Козачук А. В. Модель хмарного застосування як системи масового обслуговування // Матеріали XVI міжнародної науково-технічної конференції «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах», м. Одеса, 10 – 15 червня 2016 р. – С. 164 – 166. – ISBN 978-966-330-236-2.

132. Гвоздева В. А. Информатика, автоматизированные информационные технологии и системы / В. А. Гвоздева. – М.: Форум, – 2011г. – 544с. – ISBN 978-5-8199-0449-7.

133. Лихачева Г. Н. Информационные технологии: Учебно-практическое пособие / Г. Н. Лихачева, М. С. Гаспарян. // – М.: Изд. центр ЕАОИ. – 2007. – 189 с. – ISBN 978-5-374-00032-0.

134. Корнеев И. К. Информационные технологи. Учебник / И.К. Корнеев, Г. И. Ксандопуло, В.А. Адамович. – Проспект, 2009. – 224с. - ISBN: 978-5-482-01401-1.

135. Вибір моделі прогнозування часового ряду [Електронний ресурс] – режим доступу:

http://support.sas.com/documentation/cdl/en/etsug/63348/HTML/default/viewer.htm#etsug_arima_sect005.htm

136. Introducing Cloud-based Load Testing with Team Foundation Service [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://blogs.msdn.com/b/visualstudioalm/archive/2013/06/03/introducing-cloud-based-load-testing-with-team-foundation-service.aspx>

137. Apache JMeter [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://jmeter.apache.org/>

138. LoadStorm [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://loadstorm.com/>

139. BlazeMeter [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://blazemeter.com/>

140. A. W. S. Amazon Web Services. [Електронний ресурс]/ Amazon – Режим доступу: <http://aws.amazon.com/es/ec2/>(November 2012), 2010.

141. Jinesh V. Overview of amazon web services. [Електронний ресурс] /Varia Jinesh, Mathew Sajee – 2014 – Режим доступу:

<http://www.fronde.com/assets/Datasheets/AWS-Overview.pdf>

142. Sanderson D. Programming google app engine: build and run scalable web apps on google's infrastructure – O'Reilly Media, Inc. – 2009.

143. Wilder B. Cloud architecture patterns: using microsoft azure. – O'Reilly Media, Inc. – 2012.

144. Wayner P. Ultimate cloud speed tests: Amazon vs. Google vs. Windows Azure [Електронний ресурс] / Режим доступа: <http://www.infoworld.com/article/2610403/cloud-computing/ultimate-cloud-speed-tests--amazon-vs--google-vs--windows-azure.html>

145. Разважаєв А. Технології «хмарного» обчислення для застосування в інформаційних центрах / А. Разважаєв, О. Соловйов// Наукові праці Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського – 2014 – Вип. 40 – ISSN 2224-9516.

146. Giovanni T. Web engineering for cloud computing [Електронний ресурс] / Current Trends in Web Engineering. Springer Berlin Heidelberg – 2012 – С. 5-19. – Режим доступа: http://mdwe2012.pst.ifi.lmu.de/wp-content/uploads/2012/07/mdwe2012_submission_3.pdf

147. Bellenger D. Scaling in cloud environments. Recent Researches in Computer Science [Електронний ресурс] / 2011. – Режим доступа: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2011/Corfu/COMPUTERS/COMPUTERS-23.pdf>

148. Azure App Service, Cloud Services, and Virtual Machines comparison [Електронний ресурс] / Tom Dykstra – режим доступа: <https://azure.microsoft.com/uk-ua/documentation/articles/choose-web-site-cloud-service-vm/>

149. Wills A. C. Get started with Visual Studio Application Insights [Електронний ресурс] / Режим доступа: <https://azure.microsoft.com/en-us/documentation/articles/app-insights-get-started/>

150. Fritz A. Export telemetry from Application Insights [Електронний ресурс] / – Режим доступа: <http://blogs.msdn.com/b/visualstudioalm/archive/2014/12/11/export-telemetry-from-application-insights.aspx>

151. Gaster B. Getting Started with the Windows Azure Management Libraries for .NET. [Електронний ресурс] / 2013 – режим доступа: <http://www.bradygaster.com/post/getting-started-with-the-windows-azure-management-libraries>

152. MATLAB Compiler SDK [Електронний ресурс] – режим доступа: <http://www.mathworks.com/products/matlab-compiler-sdk/>

153. R.NET [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://rdotnet.codeplex.com/>

154. Curino C. Relational cloud: A database-as-a-service for the cloud. [Електронний ресурс] / C. Curino, E. P. Jones, R. A. Popa, N. Malviya, W. E. Madden, N. Zeldovich//

Massachusetts institute of technology – 2011. – Режим доступа: <http://dspace.mit.edu/openaccess-disseminate/1721.1/62241>

155. Sterling C. Load Testing : Load Testing Made Easy with Microsoft Azure and Visual Studio Online [Електронний ресурс] // MSDN magazine – 2014. – Volume 29 Number 11. – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dn818498.aspx?f=255&MSPPError=-2147217396>

156. Козачук А. В. Система автоматизованого проведення мозкових штурмів “Braintank” // Збірник матеріалів дев’ятої міжнародної конференції "Інтернет-Освіта-Наука-2014".- Вінниця.- 2014.

157. Mohan M. How Much Traffic Do You Need To Make \$100,000 With Google AdSense [Електронний ресурс] // Режим доступа: <http://www.minterest.org/how-much-traffic-do-you-need-to-make-money/>

158. Дубина И.Н. Проверка статистических гипотез[Електронний ресурс] //, 2006. – Режим доступа: http://www.ipiran.ru/frenkel/hypothesis_testing.pdf

159. Шаригін О. А. Розробка підходу до перевірки адекватності моделі прийняття рішень з нечіткими параметрами / О. А. Шаригін // Оптико- електронні інформаційно-енергетичні технології. – Вінниця, 2012. – № 1(23). – С. 59– 61. – ISSN 1681-7893.

160. Основы теории надежности и диагностика [Электронный ресурс] / Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого – режим доступа: <http://www.novsu.ru/npe/files/um/1128/umk/OTND/index.htm>

161. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика - М., Высш.шк., 2003.- 479 с.