

3. Вітлінський В.В. Моделювання економіки : [навч. посібник] / В.В. Вітлінський. – К. : КНЕУ, 2003. – 408 с.
4. Панчишин С. Аналітична економія: макроекономіка і мікроекономіка : [навч. посібник] : У 2 кн. Кн.1 : Вступ до аналітичної економії. Макроекономіка / С. Панчишин, П. Ост-роверх. – 4-те вид., випр. і доп. – К. : Знання, 2006. – 723 с.
5. Підгородецька В.М. Модель динаміки внутрішнього валового продукту зі сталими екзогенними величинами / М.М. Іванюк, В.М. Підгородецька // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 1. Т. 1. – С. 158-163.

УДК 338.46

Роскладка А.А.

доктор економічних наук,
професор кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем
Київського національного торговельно-економічного університету

Божко В.І.

начальник відділу розвитку та інновацій
Навчально-наукового інформаційного центру
ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

МЕТОДИКА ДІАГНОСТИКИ ТА КОНТРОЛЮ ШВИДКОСТІ ДОСТУПУ ДО МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

Стаття присвячена комплексному дослідженню одного з найважливіших показників якості сучасного інформаційного забезпечення вищого навчального закладу – показника швидкості доступу до мережі Інтернет. Дослідження проведено із застосуванням методології статистичного управління процесами. Для моніторингу та контролю показника використано різні типи контрольних карт.

Ключові слова: мережа Інтернет, швидкість доступу, статистичне управління процесами, моніторинг, контроль, контрольна карта.

Роскладка А.А., Божко В.І. МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ ДОСТУПА К СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Стаття присвячена комплексному дослідженню одного з важливіших показників якості сучасного інформаційного забезпечення вищого навчального закладу – показателя швидкості доступу до мережі Інтернет. Дослідження проведено із застосуванням методології статистичного управління процесами. Для моніторингу та контролю показателя використано різні типи контрольних карт.

Ключевые слова: сеть Интернет, скорость доступа, статистическое управление процессами, мониторинг, контроль, контрольная карта.

Roskladka A.A., Bozhko V.I. METHODS OF DIAGNOSTICS AND CONTROL OF ACCESS SPEED TO THE INTERNET

The article is devoted to the complex research of one of the most important indicators of the quality of modern process of the information support of higher educational establishment – the index speed Internet access. The study was conducted using the methodology of statistical process control. Monitoring and control of this indicator used by different types of control charts.

Keywords: Internet, access speed, statistical process control, monitoring, control, control card.

Постановка проблеми. Показник швидкості доступу до ресурсів глобальної мережі Інтернет є одним із найважливіших показників інформаційного забезпечення. Швидкість доступу до Інтернету впливає не лише на комфортні умови роботи у глобальній мережі, але й визначає можливість функціонування дистанційної освіти, проведення відеоконференцій та інших заходів, які базуються на потужному використанні інтернет-ресурсів. Основна проблема, яка зумовлює необхідність у постійному моніторингу цього показника, полягає у відмінності значень швидкості доступу, заявленої інтернет-провайдером, та реальної швидкості, яка доступна користувачам інтернет-сервісів.

Спонтанне та ситуаційне керування процесом інформаційного забезпечення лише на основі інтуїції і набутого досвіду рано чи пізно обертається провалом. Тільки зважений науковий підхід, постійний моніторинг та контроль процесу інформаційного забезпечення здатні забезпечити вирішення складних організаційних та технічних проблем.

Найбільш ефективними методами дослідження стабільності, керованості та оптимізації процесу інформаційного забезпечення є методи статистичного управління процесами (*Statistical Process Control – SPC*), рекомендації до застосування яких містяться у Міжнародному стандарті ISO 9001 [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методи статистичного управління процесами знайшли своє відображення у роботах Ю. Адлера [2], Х. Куме [3], В. Лапідуса [4], Х. Рамперсада [5], Д. Уїлера, Д. Чамберса [6].

Проте абсолютна більшість досліджень процесів із застосуванням методології статистичного управління стосуються виробничих процесів. На відміну від виробничих підприємств, дослідження процесів діяльності вищого навчального закладу методами SPC і, зокрема, процесу інформаційного забезпечення є новим перспективним напрямом наукових досліджень [7].

Мета статті. Основне завдання даної статті полягає у комплексному дослідженні одного із найважливіших показників якості сучасного інформаційного забезпечення ВНЗ – показника швидкості доступу до мережі Інтернет – із застосуванням методології SPC.

Виклад основного матеріалу. Протягом грудня 2014 року авторами було проведено щоденні вимірювання швидкості доступу до Інтернету на п'яти серверах ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» шляхом завантаження тестового файлу з інтернет-ресурсу <http://rent3.tuthost.com/100mb.bin> обсягом 100 Мбайт. Результати вимірювань представлено у таблиці 1.

У таблиці 1 також розраховано середні значення за підгрупами:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

та стандартні відхилення за підгрупами:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Згідно з методичним підходом до вибору типу діаграми поведінки процесу [7, с. 215], враховуючи велику точність обчислень та значну динамічність показника, оберемо xS -діаграму для проведення діагностики процесу інформаційного забезпечення ВНЗ за показником швидкості доступу до Інтернету.

Значення центральної лінії для S -карти обчислюємо за формулою:

$$CL_S = \bar{s} \quad (3)$$

Значення верхньої та нижньої контрольних меж для S -карти обчислюємо, відповідно, за формулами:

$$UCL_S = B_4 \cdot \bar{s}; \quad (4)$$

$$LCL_S = B_3 \cdot \bar{s} \quad (5)$$

У формулах (4), (5) значення констант можна визначити за таблицею [8, с. 6]. Маємо:

$$CL_S = 1.4382; UCL_S = 3.0043; LCL_S = 0$$

S -карта діаграми представлена на рисунку 1.

Згідно з критеріями, представленими у [8, с. 10], S -карта не демонструє ознак порушення стабільності, що свідчить про ефективне групування даних у вибірці.

Побудуємо x -карту діаграми. Значення центральної лінії для x -карти обчислюємо за формулою:

$$CL_x = \bar{\bar{x}} \quad (6)$$

Значення верхньої та нижньої контрольних меж для x -карти обчислюємо, відповідно, за формулами:

$$UCL_x = \bar{\bar{x}} + A_3 \cdot \bar{s}; \quad (7)$$

$$LCL_x = \bar{\bar{x}} - A_3 \cdot \bar{s} \quad (8)$$

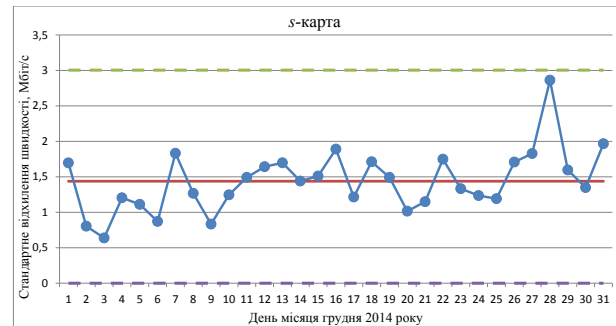


Рис. 1. S -карта діаграми поведінки процесу інформаційного забезпечення за показником швидкості доступу до мережі Інтернет

У формулах (7), (8) значення констант також можна визначити за таблицею [8, с. 6]. Маємо:

$$CL_x = 8.9156; UCL_x = 16.106; LCL_x = 1.7248$$

x -карта діаграми представлена на рисунку 2.

Таблиця 1

Результати вимірювання швидкості доступу до Інтернет, Мбіт/с (грудень 2014 року)

Число місяця	Порядковий номер сервера							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	11.9537	11.5285	14.6435	14.3318	10.9256	12.6766	1.69671	
2	15.8183	15.9092	13.9525	15.1805	15.6423	15.3006	0.80422	
3	4.76619	4.43963	4.99071	5.67475	5.97466	5.16919	0.63853	
4	4.0298	4.97624	2.14346	2.40682	2.72304	3.25587	1.20425	
5	5.2138	2.29939	3.93773	4.03667	2.97645	3.69281	1.11203	
6	16.5894	17.5951	17.4072	18.5164	18.73	17.7676	0.87105	
7	10.9858	9.08141	11.7219	7.32497	11.2335	10.0695	1.83258	
8	5.33923	5.28864	2.90045	4.0922	6.14022	4.75215	1.26723	
9	8.9508	9.34029	8.8304	7.29831	7.93584	8.47113	0.83317	
10	7.38533	5.99119	7.19064	6.21192	4.2567	6.20716	1.24562	
11	2.2997	4.60257	6.14276	5.72661	4.73562	4.70145	1.49229	
12	8.74815	7.32654	9.41777	11.8147	9.89596	9.44062	1.64262	
13	5.81048	6.77493	3.61103	4.77547	7.97626	5.78963	1.6976	
14	3.20203	3.49182	3.08926	2.3859	6.13164	3.66013	1.44015	
15	2.93985	3.88069	6.33276	2.67659	2.95002	3.75598	1.51129	
16	8.97537	9.0116	12.8408	8.90749	11.8764	10.3223	1.89024	
17	11.6389	11.6366	9.92659	9.58534	12.3949	11.0365	1.21513	
18	12.2854	16.579	15.3108	15.4155	13.4657	14.6113	1.71247	
19	13.8495	15.626	15.3278	12.8617	16.6154	14.8561	1.49175	
20	14.8366	15.0283	14.1978	16.9117	15.0231	15.1995	1.01576	
21	19.4219	21.0198	21.0373	21.5103	22.6118	21.1202	1.14874	
22	6.75596	5.91993	4.34993	3.21822	2.63124	4.57506	1.74894	
23	8.41488	7.88472	10.7671	8.93546	10.7275	9.34594	1.33221	
24	6.9121	6.82711	6.93439	9.67835	6.99782	7.46996	1.23604	
25	9.54301	10.7315	10.6039	12.7655	11.4665	11.0221	1.19205	
26	4.19381	8.44862	5.6787	5.90873	7.75772	6.39751	1.708	
27	17.7471	13.2445	17.4071	16.2581	17.1497	16.3613	1.82761	
28	2.01361	6.31282	0.74205	0.55644	6.14183	3.15335	2.86228	
29	9.51768	5.9997	5.74026	5.81268	6.44954	6.70397	1.59694	
30	5.05839	6.71894	5.42118	4.50383	3.02312	4.94509	1.34859	
31	3.5377	3.89787	3.01048	4.35495	7.95813	4.55183	1.96682	

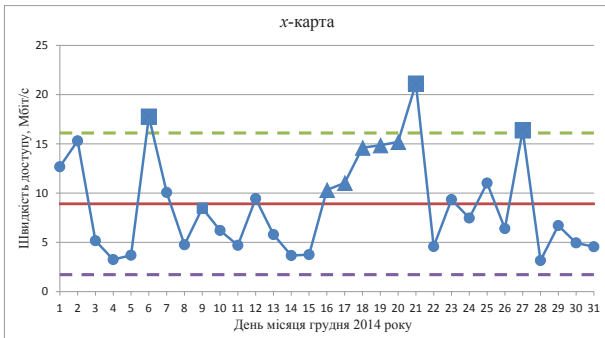


Рис. 2. x-карта діаграми поведінки процесу інформаційного забезпечення за показником швидкості доступу до мережі Інтернет

Згідно з критеріями, представленими у [8, с. 10], x-карта демонструє порушення стабільності за двома ознаками: вихід за контрольні межі трьох значень показника (квадратні маркери точок на рисунку 2) та зростаючу послідовність значень у період з 16 по 21 грудня (трикутні маркери точок на рисунку 2).

Виявлені у ході проведення діагностики порушення стабільності процесу негативно впливали на стабільність інтернет-зв'язку під час проведення відеоконференцій, а також дистанційних лекцій в Інституті заочно-дистанційного навчання ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі». Зазначені проблеми спонукали до негайного пошуку особливих причин варіабельності значень показника швидкості доступу до Інтернету. Дослідження було вирішено розпочати зі значення, що

має найбільше стандартне відхилення показника швидкості доступу до мережі Інтернет на п'яти серверах протягом одного дня. Таке значення спостерігалось 28 грудня. Детальний аналіз значень показника протягом дня 28.12.2014 з використанням звітів програми *JPerf* продемонстрував суттєві порушення стабільності швидкості доступу до Інтернет. На рисунку 3 представлено звітні дані програми *JPerf*, отримані 28.12.2014 о 10:37 на регіональному сервері провайдера *URAN* (IP-адреса: 212.111.206.133).

На рисунку 4 представлено звітні дані тієї ж програми, отримані через 7 хвилин з цього ж серверу.

Подальший аналіз апаратного доступу із використанням трасування маршруту до сервера 212.111.206.133 дозволив виявити суттєві часові затримки на окремих ділянках маршруту (рис. 5).

Фахівцями навчально-наукового інформаційного центру була встановлена причина особливої варіабельності швидкості доступу до Інтернету, яка виявилася в неадекватній поведінці буфера мережевого інтерфейсу одного із маршрутизаторів, на якому спонтанно відбувалася зупинка передачі на мережевому інтерфейсі. Проблемний маршрутизатор був виведений з експлуатації для з'ясування та вирішення проблеми виробником устаткування.

Наступний аналіз протягом перших 10 днів січня 2015 року не виявив суттєвих порушень стабільності показника доступу до Інтернету на жодному з досліджуваних серверів (рис. 6, 7).

Проведемо контролювання мети процесу інформаційного

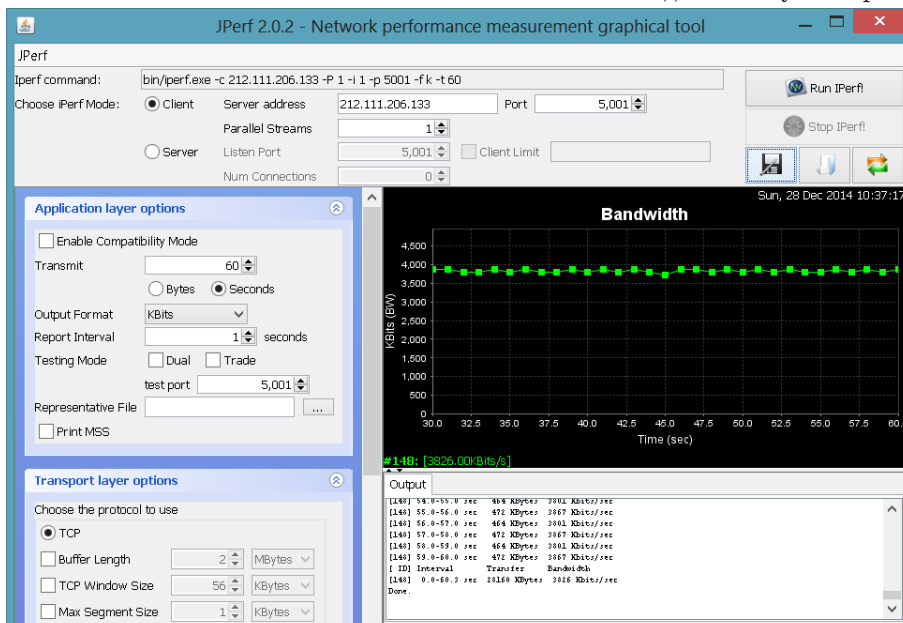


Рис. 3. Звітні дані показника швидкості доступу до Інтернет (Сервер 212.111.206.133, 28.12.2014, 10:37)

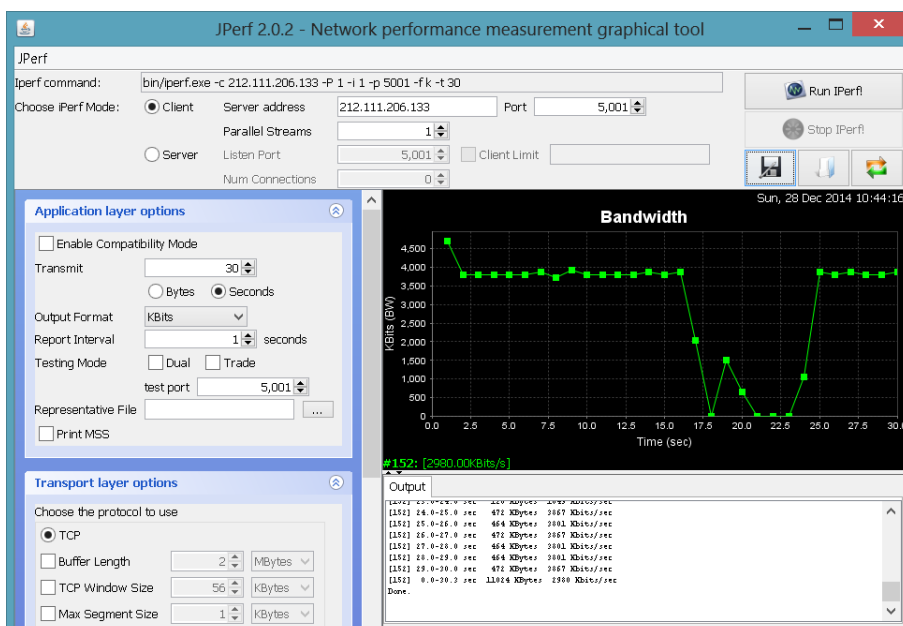


Рис. 4. Звітні дані показника швидкості доступу до Інтернету (Сервер 212.111.206.133, 28.12.2014, 10:37)

```

C:\Windows\System32\cmd.exe
C:\Windows\System32>pathping 212.111.206.133

Трасировка маршрута к SRU-CAM-137 [212.111.206.133]
с максимальным числом переходов 30:
  0 NNICUR [192.168.15.103]
  1 SRU-CAM-137 [212.111.206.133]

Подсчет статистики за: 25 сек. ...
      Исходный узел      Маршрутный узел
Прыжок RTT Утер./Отпр. % Утер./Отпр. % Адрес
  0              NNICUR [192.168.15.103]
              32/ 100 = 32% |
  1   28мс    32/ 100 = 32%  0/ 100 = 0% SRU-CAM-137 [212.111.206.133]

Трасировка завершена.

```

Рис. 5. Трасування маршруту до серверу 212.111.206.133

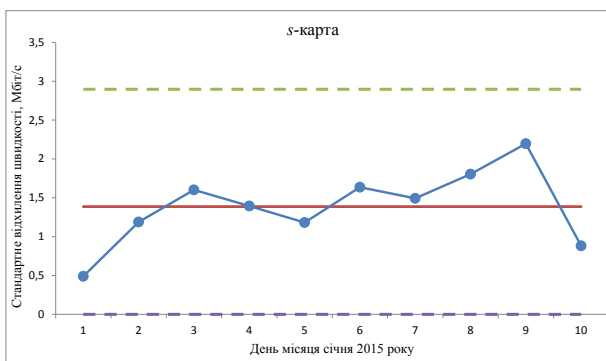
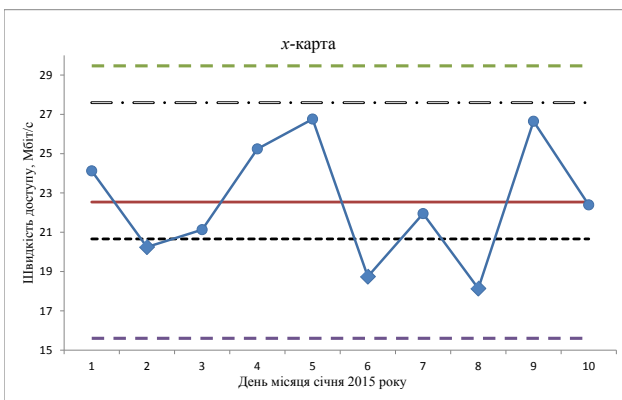


Рис. 6. S-карта діаграми поведінки процесу інформаційного забезпечення за показником швидкості доступу до мережі Інтернету (січень 2015 року)

забезпечення ВНЗ за показником швидкості доступу до Інтернету. З цією метою нанесемо на x -карту діаграми поведінки процесу ще одну центральну лінію, що відповідає номінальному значенню показника процесу $x_0 = 27.593$, яке обчислено емпіричним шляхом у ході дослідження технічних вимог до якості функціонування програмного забезпечення. На рисунку 7 номінальне значення x_0 позначене штрихпунктирною лінією.

Центральна лінія діаграми має значення $CL_x = 22.537$ і зображена на рисунку 7 суціль-

Рис. 7. x -карта діаграми поведінки процесу інформаційного забезпечення за показником швидкості доступу до мережі Інтернет (січень 2015 року)

ною лінією. Природні межі процесу, зображені на рисунку 7 звичайними пунктирними лініями, мають значення $UNCL_x = 29.470$; $LNCL_x = 15.604$.

Допустимі відхилення від лінії номінального значення (верхня та нижня цільові межі) побудуємо за величиною природних меж процесу за формулами:

$$\bar{U}CL = x_0 + A_3 \cdot \bar{s}, \quad (9)$$

$$\bar{L}CL = x_0 - A_3 \cdot \bar{s}. \quad (10)$$

На рисунку 7 цільові межі процесу зображені щільними пунктирними лініями.

Застосовуючи методичний підхід до контролювання мети процесу з використанням комбінації природних і цільових меж процесу [7, с. 234-237], встановлено, що розташування значень показника швидкості доступу до Інтернету відповідає другому випадку перебігу процесу [7, с. 235]. Він вимагає втручання у процес з метою корегування мети. У даному випадку цільове значення повинно бути зміщене в більший бік на величину

$$x_0 - CL_x = 27.593 - 22.537 = 5.056.$$

Оскільки провайдер інтернет-послуг забезпечує вхідну швидкість Інтернет, не меншу за розраховане номінальне значення, то збільшення швидкості доступу для кінцевих споживачів можливе лише шляхом мінімізації втрат у локальній мережі.

Висновки з проведеного дослідження. Методологія статистичного управління процесами є потужним інструментом виявлення порушень стабільності показника швидкості доступу до мережі Інтернет, дослідження причин відхилень значень показника та пошуку засобів їх усунення. Системне застосування контрольних карт Шухарта дає можливість не лише проводити моніторинг стабільності показників, але й ефективно управляти процесом інформаційного забезпечення вищого навчального закладу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. ДСТУ ISO 9001:2008 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2008, IDT). – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 34 с. – (Національний стандарт України).
2. Адлер Ю.П. На пути к статистическому управлению процессами / Ю.П. Адлер, В.Л. Шпер // Методы менеджмента качества. – 2003. – № 3. – С. 23-28.
3. Кумэ Х. Статистические методы повышения качества / Х. Кумэ ; пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1990. – 304 с.
4. Лapidус В.А. Система Шухарта. 2-е изд. / В.А. Лapidус. – Н. Новгород : СМЦ «Приоритет», 2004. – 40 с.
5. Рамперсад Х. К. Общее управление качеством: личностные и организационные изменения / Х. К. Рамперсад. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 256 с.
6. Уилер Д. Статистическое управление процессами: Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Д. Уилер, Д. Чамберс ; пер. с англ. – М. : АльпинаБизнес Букс, 2009. – 409 с.
7. Роскладка А. А. Моніторинг, діагностика та контроль процесів в управлінні вищим навчальним закладом : [монографія] / А.А. Роскладка. – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2012. – 316 с.
8. Статистичний контроль. Контрольні карти Шухарта (ISO 8258:1991, IDT): ДСТУ ISO 8258:2001. – К. : Держспоживстандарт України, 2003. – 32 с.– (Національний стандарт України).