

6. Лисенко М. О. Особливості моделювання системи управління знаннями сучасних підприємств / М. О. Лисенко // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. — 2010. — № 2. — Т. 2. — С. 136—139.

7. Пономаренко В. С. Економіка знань та інноваційна підготовка кадрів // Інновації: проблеми науки і практики: Монографія. — Х.: ІН-ЖЕК, 2006.

8. Холлифорд С. Руководство по компетенциям / С. Холлифорд, С. Уиддет. — Пер. с англ. — 3-е изд. — М.: Изд. НИРО, 2008. — 228 с.

9. Reynolds, M. The Handbook of Experiential Learning and Management Education [Text] / M. Reynolds, R. Vince. — Oxford University Press, 2007.

10. Roberts, T. Computer-Supported Collaborative Learning in Higher Education [Text] / T. Roberts. — Idea Group Pub., 2004. — P. 322

УДК 331

Н. В. Шульга, канд. пед. наук, доцент
кафедри економіко-математичних методів
та інформаційних технологій,
Харківський інститут фінансів Українського
державного університету фінансів та міжнародної торгівлі

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ СИСТЕМИ КАСОВИХ МІСЦЬ ПІДПРИЄМСТВА ТОРГІВЛІ

Проведено дослідження можливості оптимізації роботи системи касових місць підприємства торгівлі. Дослідження проведено на основі побудованої економіко-математичної моделі, що відображає зв'язок між кількістю касових місць, що обслуговують покупців у заданий проміжок часу, та прибутками, які може отримати за цей період торговельне підприємство.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: прибуток, витрати на обслуговування, менеджмент підприємства торгівлі, оптимізація роботи магазину, економіко-математичне моделювання.

В статье проведено исследование возможности оптимизации работы системы кассовых мест предприятия торговли. Исследование проведено на основе построенной экономико-математической модели, которая отображает связь между количеством кассовых мест, обслуживающих покупателей в заданный промежуток времени, и прибылью, которую может получить за этот период торговое предприятие.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: прибыль, издержки на обслуживание, менеджмент предприятия торговли, оптимизация работы магазина, экономико-математическое моделирование.

The article contains research of possibility of optimization of work of the system of cashdesks of trade enterprise. This research is based on the built mathematical model. The model represents connection between the amount of cashdesks, attendant buyers in the set interval of time, and income which can get for this period of trade enterprise.

KEYWORDS: income, costs on service, management of trade enterprise, optimization of work of shop, mathematical model of economic processes

Постановка проблеми та формулювання мети. В час світової економічної кризи, коли прибутки торговельних підприємств значно знизились через падіння купівельної спроможності та підвищення цін на закупівлю товарів, комунальні послуги, оренду, виникло нагальне питання: яким чином організувати роботу, щоб підприємство залишилось прибутковим.

Одним з можливих варіантів розв'язання даної проблеми є управління роботою системи касових місць торгового підприємства, спрямоване на:

— недопущення втрати клієнтів через великі черги біля кас, що зумовлюється досить високим рівнем конкуренції у сфері торгівлі;

— зменшення витрат на оплату роботи касових місць, що включає в себе заробітну платню обслуговуючого персоналу, вартість комунальних послуг, канцелярських товарів, технічного обслуговування.

Тобто, виникає необхідність у побудові такої моделі менеджменту роботи системи касових місць, що мінімізувала б витрати, що виникають у процесі обслуговування покупців на касах.

Аналіз публікацій. Проблемі менеджменту організацій присвячено досить велику кількість публікацій (серед них [6; 7; 12] та ін.). У них автори відображають основні аспекти та функції управління, розкривають проблеми вироблення та прийняття управлінських рішень, розкривають загальні питання організації та забезпечення виробничих процесів. Також знайшли широке відображення в науковій та навчальній літературі (наприклад, [1; 2; 4; 11]) основи управління персоналом на підприємствах: основи кадрової політики, стилі управління, питання розвитку персоналу та причини неефективного менеджменту на підприємстві.

Що стосується управління роботою персоналу, то в наукових публікаціях відображаються, в основному, загальні питання планування потреби в обслуговуючому персоналі, такі як визначення потрібної кількості персоналу та забезпечення нею підприємства, аналіз здатності робітника виконувати свої професійні обов'язки

на необхідному рівні; оцінювання рівня кваліфікації, необхідного для виконання заданих обсягів роботи, можливості його підвищення; напрацювання заходів, що забезпечать активну участь найманих робітників у процесі функціонування підприємства тощо. Однак, питанню менеджменту саме підприємств торгівлі у проаналізованих автором літературних джерелах взагалі не приділяється жодної уваги. Не висвітлені також питання, яким чином організувати оптимальну роботу персоналу та технічних засобів обслуговування клієнтів, які вимоги потрібно для цього висувати та як оцінити ефективність їх роботи.

Окремо слід відмітити, що останнім часом з'явилися публікації, що висвітлюють питання проектування підприємств роздрібно-торгівлі [8; 10] та створення інтернет-магазинів [3; 5; 9].

Виклад результатів дослідження. Кількість касових місць, що обслуговують покупців у певний проміжок часу будемо вважати оптимальною, якщо за даний проміжок часу підприємство торгівлі матиме максимально можливий прибуток, що залежить в основному від кількості покупців, які вони обслуговують, суми оплачених чеків та торговельної надбавки підприємства. Торговельна надбавка та постійні витрати — величини, що залежать в основному від цінової та організаційної політики торговельної організації і не є випадковими в невеликі проміжки часу. А от кількість покупців та величина середнього чеку — величини випадкові, що змінюються як залежно від зовнішніх факторів (протягом доби, тижня, від зміни сезону, інфраструктури місця, де розташоване торговельне підприємство), так і від внутрішніх (зміна асортименту, проведення рекламних кампаній, зміна цінової політики).

Побудуємо математичну модель, яка буде відображати зв'язок між кількістю касових місць, що повинні працювати в заданий проміжок часу в торговому залі із випадковими величинами, що змінюються залежно від часу: середньою кількістю покупців, які обслуговуються за даний проміжок часу та середнім чеком, який відображає вартість їхніх покупок.

Вхідні дані для побудови моделі:

а) постійні: n_{\max} — загальна кількість касових місць підприємства торгівлі; μ_1 — кількість покупців, яких може обслужити одна каса;

б) змінні: λ — кількість клієнтів за визначений проміжок часу, \bar{B} та \bar{C} — відповідно середній чек та середні витрати на роботу одного касового місця за той самий проміжок часу $l_{кр}$ — довжина черги, починаючи з якої відбувається втрата покупців.

У даній моделі визначимо прибуток від роботи касових місць за формулою: $\Pi = B - C_{обс} - C_{нав}$, де Π — прибуток підприємства від роботи касових місць, B — виручка від реалізації продукції, $C_{обс}$ — витрати на обслуговування касових місць, $C_{нав}$ — витрати, пов'язані з неоптимальним навантаженням касових місць.

Будемо вважати, що виручка від реалізації продукції залежить від кількості обслужених покупців і суми середнього чеку, тобто $B = n \cdot \mu_1 \cdot \bar{B}$.

Витрати на обслуговування касових місць, що включають у себе заробітну плату обслуговуючого персоналу, витрати на канцелярські товари, зношення апаратури, оплату комунальних послуг тощо, визначимо як $C_{обс} = n \cdot C$.

Витрати, що пов'язані з неоптимальним навантаженням касових місць, залежать від того перевантажені чи недовантажені канали обслуговування. Якщо потік покупців більший, ніж кількість касових місць, що працюють у даний проміжок часу, тобто $\lambda \geq n \cdot \mu_1 + l_{кр}$, то не обслужені покупці стають у чергу. Однак, наявність конкуренції між торговельними підприємствами приводить до того, що починаючи із довжини черги більшої ніж $l_{кр}$, відбувається втрата покупців, а отже зменшується виручка від продажу продукції на величину $(\lambda - n \cdot \mu_1 - l_{кр}) \cdot \bar{B}$. З іншого боку, якщо кількість покупців менша за пропускну здатність кас, або $(\lambda < n \cdot \mu_1)$, касові місця простоюють, що призводить до збільшення витрат на їх обслуговування у розмірі $\frac{n \cdot \mu_1 - \lambda}{n \cdot \mu_1} \cdot \bar{C}$. Отже, витрати пов'язані з неоптимальним навантаженням касових місць, визначимо як

$$C_{нав} = \begin{cases} (\lambda - n \cdot \mu_1 - l_{кр}) \cdot \bar{B}, & \text{якщо } n < \frac{\lambda - l_{кр}}{\mu_1}, \\ \frac{n \cdot \mu_1 - \lambda}{n \cdot \mu_1} \cdot \bar{C}, & \text{якщо } n > \frac{\lambda}{\mu_1}, \\ 0, & \text{якщо } \frac{\lambda - l_{кр}}{\mu_1} \leq n \leq \frac{\lambda}{\mu_1} \end{cases}.$$

Графічно функцію витрат, пов'язаних з неоптимальним навантаженням касових місць представлено на рис. 1.

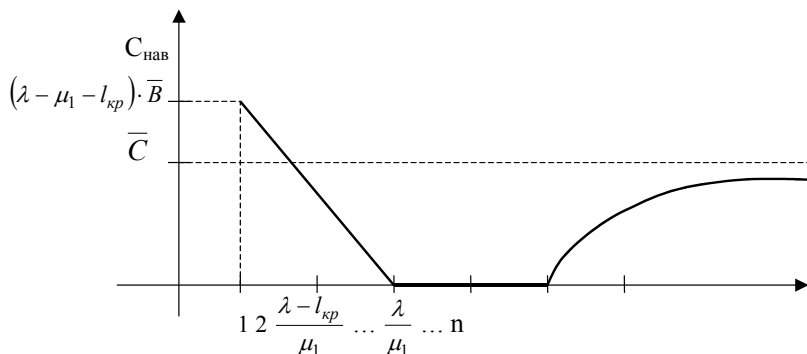


Рис. 1

Прибуток підприємства торгівлі збільшиться, якщо підібрати таку кількість касових місць, що дозволила б мінімізувати витрати, пов'язані з їх неоптимальним навантаженням. Тобто, для розрахунку оптимальної кількості касових місць, що працюють у заданий проміжок часу потрібно розв'язати задачу мінімізації цільової функції $C_{нав}$ за умови, що оптимальна кількість каналів n ціле число, що належить проміжку $[1; n_{max}]$.

Як видно з рис.1, функція $C_{нав} = f(n)$ має мінімум в тому випадку, коли кількість касових місць дорівнює значенню, що належить проміжку $\left[\frac{\lambda - l_{кр}}{\mu_1}; \frac{\lambda}{\mu_1} \right]$. Тобто, визначення оптимальної кількості касових місць зводиться до пошуку даного значення.

Розглянемо приклад. Нехай роботу супермаркету на протязі доби поділено на чотири проміжки часу: з 7 до 11, з 11 до 15, з 15 до 19 та з 19 до 23 годин. Загальна кількість касових місць підприємства торгівлі $n_{max} = 12$ і кількість покупців, яких може обслужити одна каса $\mu_1 = 18$. Нехай, також, для кожного з проміжків часу за даними статистичних спостережень визначено наступні показники: λ , \bar{B} , \bar{C} та $l_{кр}$. Визначити оптимальну кількість касових місць, що повинні працювати в проміжки часу з 11 до 15 год. (якщо $\lambda = 56$ чол., $\bar{B} = 248.3$ грн, $\bar{C} = 452.6$ грн та $l_{кр} = 4$ чол.) та з 19 до 23 год. (якщо $\lambda = 156$ чол., $\bar{B} = 342.7$ грн, $\bar{C} = 473.2$ грн та $l_{кр} = 8$ чол.) та обчислити прибуток підприємства торгівлі в задані проміжки часу.

Для проміжку часу з 11 до 15 год. $C_{нав} = 0$, якщо $\frac{56-4}{18} \leq n \leq \frac{56}{18}$, тобто $\frac{52}{18} \leq n \leq \frac{56}{18}$, або $2.89 \leq n \leq 3.1$. Визначений проміжок містить ціле число $n=3$, що задовольняє умові $1 \leq n \leq 12$. Отже, оптимальна кількість кас, що повинні обслуговувати покупців у заданий проміжок часу, дорівнює трьом. Прибуток підприємства при цьому буде складати

$$P = B - C_{обс} - C_{нав} = n \cdot \mu_1 \cdot \bar{B} - n \cdot \bar{C} = 12050.4 \text{ грн.}$$

Для проміжку часу з 19 до 23 год., $\frac{156-8}{18} \leq n \leq \frac{156}{18}$, або $8.2 \leq n \leq 8.7$, тобто немає жодного цілого числа, що належить заданому проміжку, отже немає такої кількості кас, у процесі роботи яких витрати, що виникають за рахунок неоптимального навантаження були б нульовими. Для того, щоб визначити n_{opt} , порівняємо значення $C_{нав}$ для цілих значень, що лежать у околі (8.2; 8.7). Якщо $n=8$, то $C_{нав} = (\lambda - n \cdot \mu_1 - l_{кр}) \cdot \bar{B} = 1370.8$ грн. Якщо $n=9$, то $C_{нав} = \frac{n \cdot \mu_1 - \lambda}{n \cdot \mu_1} \cdot \bar{C} = 17.53$ грн. Отже, оптимальною є кількість кас, що дорівнює дев'яти, так як у процесі їх роботи маємо менше значення $C_{нав}$. Прибуток підприємства при цьому буде складати

$$P = B - C_{обс} - C_{нав} = n \cdot \mu_1 \cdot \bar{B} - n \cdot \bar{C} - \frac{n \cdot \mu_1 - \lambda}{n \cdot \mu_1} \cdot \bar{C} = 51241.1 \text{ грн.}$$

Розв'язати задачу оптимізації можна також за допомогою надбудови. Підбір параметру та з використанням вбудованих функцій табличного процесору MS Excel (рис. 2).

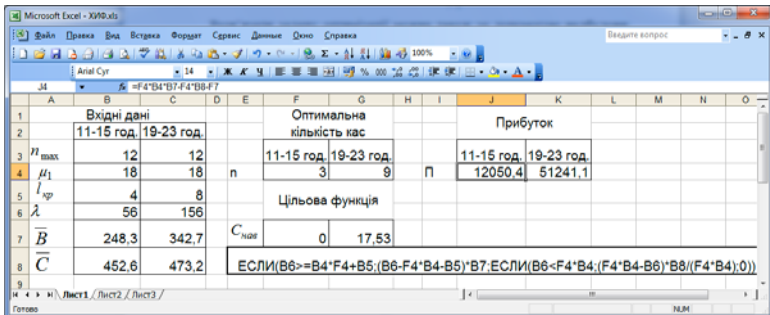


Рис. 2

Графіки функції витрат, пов'язаних з неоптимальним навантаженням каналів обслуговування, представлено на рис. 3.

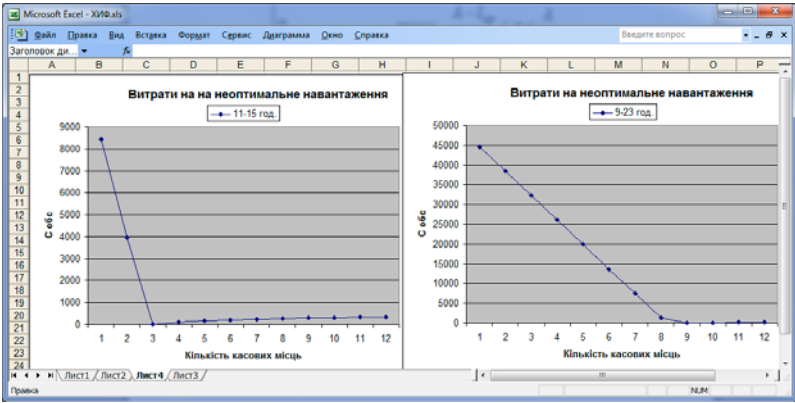


Рис. 3

Ефективність роботи запропонованої моделі перевіримо стохастичними методами. Систему касових місць підприємства торгівлі можна представити як систему масового обслуговування з кількістю каналів $n = n_{opt}$ і потоком покупців λ , що обслуговуються біля кас. Інтенсивність навантаження касових місць $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, де $\mu = n \cdot \mu_1$. Нехай r — кількість покупців, що стоять у черзі біля однієї каси, а $v = \lambda - \mu - l_{kp}$ — це потік покупців, що не дочекалися своєї черги. Тоді інтенсивність втрати покупців буде рівною $\beta = \frac{v}{\mu}$.

Кількість станів даної системи змінюється у проміжку $[0; n + l_{kp}]$.

Граничні ймовірності системи:

а) ймовірність того, що всі касові місця вільні

$$p_0 = \left(1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^n}{n!} \times \left(\frac{\rho}{(n + \beta)} + \frac{\rho^2}{(n + \beta)(n + 2\beta)} + \dots + \frac{\rho^r}{(n + \beta)(n + 2\beta) \dots (n + r\beta)} \right) \right)^{-1};$$

б) ймовірність того, що $k = \overline{1, n}$ касових місць обслуговують покупців, черги немає $P_k = \frac{\rho^k}{k!} P_0$;

в) ймовірність того, що всі каси зайняті та $i = \overline{1, l_{кр}}$ покупців стоять у черзі $P_{n+i} = \frac{\rho^{n+i}}{n!(n+\beta)(n+2\beta)\dots(n+i\beta)} P_0$.

Показники ефективності роботи даної системи обслуговування покупців з використанням n касових місць:

а) середня кількість покупців у черзі $\bar{r} = \sum_{i=1}^{l_{rh}} i \cdot P_{n+i}$;

б) середня кількість покупців, що будуть обслужені за визначений період часу $A = \lambda - \nu \cdot \bar{r}$;

в) відносна пропускна здатність системи касових місць $Q = \frac{A}{\lambda}$;

г) середня кількість зайнятих каналів $\bar{k} = \frac{A}{\mu}$.

Аналіз показників ефективності організації роботи касових місць для наведеного вище прикладу представлено в табл.1.

Таблиця 1

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ КАСОВИХ МІСЦЬ

Проміжки часу Показники ефективності	11—15 год.	19—23 год.
Оптимальна кількість кас, що обслуговують клієнтів	3	9
Загальна кількість покупців, що обслуговуються на касах	54	162
Інтенсивність навантаження касових місць $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$	1,04	0,96

Закінчення табл. 1

Проміжки часу Показники ефективності	11—15 год.	19—23 год.
Інтенсивність втрати покупців $\beta = \frac{\nu}{\mu}$	– 0,04	– 0,09
Середня кількість покупців, що будуть обслужені за визначений період часу $A = \lambda - \nu \cdot r$	56	156
Відносна пропускна здатність системи касових місць $Q = \frac{A}{\lambda}$	100 %	100 %
Середня кількість покупців у черзі $r = \sum_{i=1}^{l_{rh}} i \cdot p_{n+i}$	0	0

Слід зазначити, що обчислювати прибуток за наведеною вище моделлю можна тільки лише тоді, коли $n = n_{omt}$, так як у цьому випадку всі канали системи зайняті обслуговуванням заявок. Для того, щоб обчислити прибуток у випадку, коли співвідношення $n = n_{omt}$ не виконується потрібно врахувати наступні доповнення:

— виручка від реалізації буде залежати від того, скільки клієнтів обслуговується на касах за даний проміжок часу, тобто

$$B = \begin{cases} \lambda \bar{B}, & \text{якщо } \lambda < n\mu_1 \\ n\mu_1 \bar{B}, & \text{якщо } n\mu_1 \leq \lambda \leq n\mu_1 + l_{kp}; \\ (n\mu_1 + l_{kp}) \bar{B}, & \text{якщо } \lambda > n\mu_1 + l_{kp} \end{cases}$$

— вартість обслуговування можна розділити на вартість обслуговування тих кас, що зайняті обслуговуванням клієнтів $\bar{C}_{роб}$ та вартість обслуговування кас, що простоюють \bar{C}_{np} . Тоді

$$\bar{C} = \begin{cases} \lambda \bar{C}_{роб} + (n - \lambda) \bar{C}_{np}, & \text{якщо } \lambda < n \\ \frac{\lambda}{\mu_1} \bar{C}_{роб} + \left(n - \frac{\lambda}{\mu_1} \right) \bar{C}_{np}, & \text{якщо } n \leq \lambda < n\mu_1 \\ n \bar{C}_{роб}, & \text{якщо } \lambda \geq n\mu_1 \end{cases}$$

У цьому випадку формула для визначення прибутку буде мати вигляд:

$$\Pi = \begin{cases} \lambda \bar{B} - \lambda \bar{C}_{роб} - (n - \lambda) \bar{C}_{пр}, & \text{якщо } \lambda < n, \\ \lambda \bar{B} - \frac{\lambda}{\mu_1} \bar{C}_{роб} - \left(n - \frac{\lambda}{\mu_1} \right) \bar{C}_{пр}, & \text{якщо } n \leq \lambda < n\mu_1 \\ n\mu_1 \bar{B} - n \bar{C}_{роб}, & \text{якщо } n\mu_1 \leq \lambda \leq n\mu_1 + l_{кр} \\ (n\mu_1 + l_{кр}) \bar{B} - n \bar{C}_{роб} - (\lambda - n \cdot \mu_1 - l_{кр}) \cdot \bar{B}, & \text{якщо } \lambda > n\mu_1 + l_{кр} \end{cases}$$

Для наведеного вище прикладу, порівняємо прибутки, які отримує підприємство торгівлі, якщо працює оптимальна кількість касових місць, з тими, що будуть отримані в разі наступної схеми роботи: для проміжку часу з 11 до 15 год. $n = n_{opt} - 1$ (для нашого прикладу $n = 2$, $C_{роб} = \bar{C} = 452.6$ грн, $\bar{C}_{пр} = 310.11$ грн) та для проміжку часу з 19 до 23 год. $n = n_{max}$ (тобто $n = 12$, $C_{роб} = \bar{C} = 473.2$ грн, $\bar{C}_{пр} = 420.3$ грн). За даними, наведеними в прикладі, з 11 до 15 год. потік покупців на обслуговування біля кас $\lambda = 56$ більший ніж пропускна здатність кас, що працюють, $n\mu_1 = 2 \cdot 18 = 36$. Отже, прибуток супермаркету складатиме $\Pi = (n\mu_1 + l_{кр}) \bar{B} - n \bar{C}_{роб} - (\lambda - n \cdot \mu_1 - l_{кр}) \cdot \bar{B} = 5054$ грн, що на 6996.4 грн (58,06 %) менше, ніж прибуток за умови роботи оптимальної кількості кас. Аналогічно для проміжку часу з 19 до 23 год., коли $\lambda < n\mu_1$ прибуток підприємства.

$$\Pi = \lambda \bar{B} - \frac{\lambda}{\mu_1} \bar{C}_{роб} - \left(n - \frac{\lambda}{\mu_1} \right) \bar{C}_{пр} = 47959.17 \text{ грн.}$$

Різниця в прибутку за даний проміжок часу склала 3281.94 грн (6,4 %).

Висновки та перспективи подальших досліджень. Побудована нами модель оптимізації роботи касових місць на підприємстві торгівлі дає можливість значно зменшити витрати, які пов'язані з неоптимальним навантаженням касових місць, що в результаті приводить до збільшення прибутку підприємства. Однак, слід зазначити, що представлена нами модель відображає зв'язок кількості касових місць, що обслуговують покупців у заданий проміжок часу та прибутки підприємства і не враховує інші фактори, що можуть впливати на збільшення або зменшення

витрат, виручки, товарообігу магазинів. Тому надалі можна продовжити дослідження оптимального зв'язку з прибутком (або витратами), таких факторів, наприклад, як цінова політика підприємства, величина торговельної надбавки, вибір асортименту або співвідношення між основними та супутніми товарами в асортименті торговельного підприємства.

Література

1. Балабанова Л. В. Управління персоналом: навч. посіб. / Л. В. Балабанова, О. В. Сардак. — К.: ВД «Професіонал», 2006. — 512 с.
2. Бычкова А. В. Управление персоналом: учеб. пособие / А. В. Бычкова. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. — 200 с.
3. Достоинства работы интернет магазина в современных реалиях. [Электронный ресурс]. — Режим доступа к ресурсу: <http://imarket.kttsoft.com/dignities.html>
4. Каймакова М. В. Анализ использования человеческих ресурсов: текст лекций / М. В. Каймакова. — Ульяновск: УлГТУ, 2008. — 80 с.
5. Как открыть Интернет-магазин — пошаговое руководство для начинающих. [Электронный ресурс]. — Режим доступа к ресурсу: http://www.emagazin.info/ru/how_to_start
6. Киржнер Л. А. Менеджмент организаций: учебное пособие / Л. А. Киржнер, Л. П. Киенко, Т. И. Лепейко, А. М. Тимонин. — К.: КНТ, 2006. — 688 с.
7. Менеджмент организаций: підручник / за заг. ред. Л. І. Федулової. — К.: Либідь, 2004. — 448 с.
8. Прогнозирование показателей работы при открытии нового магазина. [Электронный ресурс]. — Режим доступа к ресурсу: <http://www.shop-academy.ru/articles/store-architctural-design/forecasting-store-operations-062.htm>
9. Создание интернет магазина. [Электронный ресурс]. — Режим доступа к ресурсу: http://www.seotm.com/services/web/Internet_magazin.html
10. Сысоева С. В. Стандарт работы розничного магазина. Разработка инструкций, регламентов и обучение торгового персонала/ Светлана Владиславовна Сысоева. — СПб.: Питер, 2010. — 288 с.
11. Храмов В. О. Основы управления персоналом: навч.-метод. посіб./ В. О. Храмов, А. П. Бовтрук. — К.: МАУП, 2001. — 112 с.
12. Шморгун Л. Г. Менеджмент организаций: навч. посіб. / Л. Г. Шморгун. — К.: Знання, 2010. — 462 с. — (Вища освіта ХХІ століття).