

використаний в процесі побудови системи державного впливу на інтернет-підприємництво, а запропоновані напрями державного регулювання підприємницької діяльності в мережі Інтернет можуть послужити основою для розробки комплексу заходів державного впливу на комерційну діяльність, яка здійснюється через мережу Інтернет.

**Список літератури:** 1. Чучковська А.В. Правове регулювання електронної комерції в Україні Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 224 с. 2. Борейко Н. М. Оподаткування електронної комерції: досвід іноземних країн [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.nbuuv.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Vamsu\\_econ/2009\\_1/Boreiko/Boreiko.htm](http://www.nbuuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vamsu_econ/2009_1/Boreiko/Boreiko.htm) 3. Інформація комітету з електронної комерції Національної асоціації електронної торгівлі [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.professional.ru/GroupInfo/225> 4. Ушаков К. Финансы обложено. Электронный бизнес и налоги : проблемы неизбежности [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.cio-world.ru/pda/index.php?action=article&section\\_id=26714&id=27574](http://www.cio-world.ru/pda/index.php?action=article&section_id=26714&id=27574)

*Надійшла до редколегії 27.07.2012*

## УДК 338.45

**І.М. ПОГОРЕЛОВ**, доц., НТУ «ХПІ», Харків

**П.Г. ПЕРЕРВА**, д-р екон.наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ПЛАНУВАННЮ ЧИСЕЛЬНОСТІ СПІВРОБІТНИКІВ ДОПОМІЖНИХ ВИРОБНИЦТВ**

В статті розглянуто ряд математичних методів, які прискорюють розрахунки, підвищують їх точність, полегшують працю працівників, зайнятих рішенням економічних завдань. Особливо розглянуто ідеї і методи теорії масового обслуговування.

**Ключові слова:** планування, чисельність, допоміжне виробництво, методи, підвищення, полегшення, обслуговування.

В статье рассмотрен ряд математических методов, которые упрощают расчеты, повышают их точность, облегчают труд работников, занятых решением экономических заданий. Отдельно рассмотрены идеи и методы теории массового обслуживания.

**Ключевые слова:** планирование, численность, вспомогательное производство, методы, повышения, облегчения, обслуживания.

The row of mathematical methods, which accelerate calculations, promote their exactness, facilitate labour of workers, busy at a decision economic tasks, is considered in the article. Ideas and methods of theory of mass service are separately considered.

**Keywords:** planning, quantity, auxiliary production, methods, increases, facilitations, services.

© І.М. Погорелов, П.Г. Перерва, 2012

**Актуальність дослідження.** У зв'язку з безперервним розвитком виробництва значно ускладнюються виробничі взаємозв'язки і взаємозалежності, зростає об'єм економічних розрахунків, підвищуються вимоги до їх точності. Це і викликало до життя ряд математичних методів, які прискорюють розрахунки, підвищують їх точність, полегшують працю працівників, зайнятих рішенням економічних завдань. Впровадження математичних методів в дослідження виробничих процесів є в даний час одним з основних напрямів розвитку економічної науки, показником її зрілості.

Все більш широкого поширення в даний час набувають ідеї і методи теорії масового обслуговування. Вони знаходять своє застосування в самих різних галузях людської діяльності, у тому числі і в промисловому виробництві при дослідженні технологічних процесів, в розрахунках по організації праці плануванню, при виявленні внутрішньовиробничих резервів. Великі можливості для їх застосування є в машинобудівному виробництві.

**Аналіз останніх досліджень і результатів.** Багато виробничих процесів на підприємствах машинобудування схожі на функціонування систем масового обслуговування. В першу чергу сюди можна віднести допоміжні виробничі процеси, до яких відноситься і різні методи обслуговування обладнання.

Сама структура системи обслуговування залежить від обсягу робіт і необхідної чисельності обслуговуючих робітників.

Особливість організації обслуговування виробництва й адекватні їм особливості встановлення норм планування дозволяють розділити роботи на дві групи.

До першої групи відносяться роботи зі стійко повторюваними операціями. Виконавці тут в основному закріплені за робочими місцями. Ці роботи можна планувати й у натуральних й у трудових показниках, а також установлювати норми звичайним методами, застосовуваними в основному виробництві. До таких робіт відносяться: виготовлення запасних частин.

До другої групи відносяться роботи з обслуговування виробництва імовірнісного характеру, планування яких вимагає застосування спеціальних методів. Це робота з контролю, налагодження й підналагодження машин, міжремонтного обслуговування, енергообслуговування, забезпечення інструментом і т.д.

Цим процесам в більшості випадків властиві елементи нерегулярності і течія їх нагадує процес масового обслуговування - відбувається масова поява запитів і їх задоволення.

**Виклад основного матеріалу.** Як показує аналіз стану нормування робіт з обслуговування виробництва для другої групи робіт ще недостатньо розроблено нормативних документів.

Існуючі методичні вказівки й збірники нормативів не враховують особливості виконання робіт з обслуговування виробництва, що пов'язано з

нерівномірністю їхнього виконання й періодичністю обслуговування.

Діючі нормативи по визначенню розмірів допоміжних служб і господарств в цехах і на підприємствах є усередненими і не завжди відповідають конкретним умовам того або іншого виробництва.

Практика розміщення обслуговуючих робітників по часам і змінам доби, що орієнтує на середній час зайнятості за умови нерегулярного завантаження, приводить до того, що в часи максимальної потреби в обслуговуванні не вистачає обслуговуючих робітників, а в часи мінімальної потреби робітники простоюють.

Для розрахунку потрібного розміру і для перевірки відповідності допоміжних служб і господарств потребам основного виробництва слідувало б проводити періодичний аналіз їх функціонування. Методологічною основою такого аналізу може служити теорія масового обслуговування.

Теорія масового обслуговування дозволяє описувати кількісно складні виробничі процеси і заглиблює наші уявлення про них, з її допомогою можна проводити економічне експериментування на папері - змінювати у різних напрямках параметри виробничих процесів і виявляти наслідки, до яких можуть привести ці зміни. Фізичний експеримент замінюється при цьому різного роду обчисленнями, за допомогою яких отримують такі ж надійні показники. Можливості зміни різних початкових параметрів при цьому не менше, ніж при експериментуванні на виробництві (якщо тільки воно взагалі можливе в умовах, що існують там). Особливо великі можливості зміни різних початкових умов є при використанні для вирішення сформульованих моделей завдань масового обслуговування методів статистичних випробувань (метод Монте-Карло) і при реалізації розрахунків по моделюванню на швидкодіючих ЕОМ.

Теорія масового обслуговування вивчає процеси, в яких, з одного боку, постійно виникають запити на виконання якихось робіт (послуг), а з іншої - відбувається постійне задоволення цих запитів, тобто виконання послуг.

Та частина процесу, в якій виникають запити, є обслуговуваною системою. Та частина, яка приймає запити і задовольняє їх, називається обслуговуючою системою. Сукупність обслуговуючої і обслуговуваної систем є системою масового обслуговування. Схематично її можна зобразити так, як це показано на рис.1.

Основне виробництво, що безперервно посилає запити на технічне обслуговування обладнання, є обслуговуваною системою, а допоміжні виробничі служби (ремонтна служба, служба інструментазабезпечення і підтримки його у працездатному стані, наладка і підналадка обладнання, служба енергозабезпечення і т.п.), що задовольняють запити основного виробництва, є обслуговуючою системою. Совокупність основного виробництва і допоміжних виробництв є системою масового обслуговування.

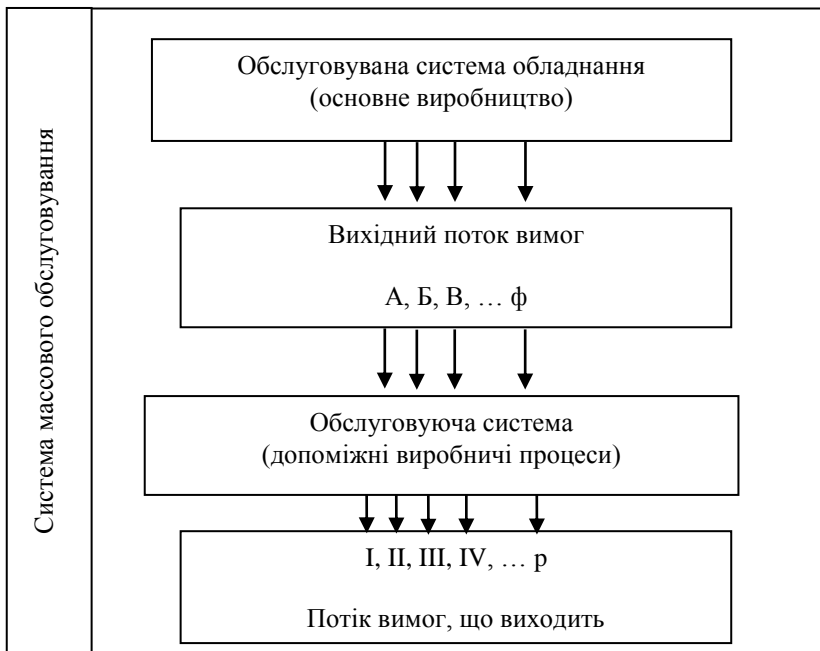


Рис. 1 – Схематичне зображення системи масового обслуговування

Основними поняттями теорії масового обслуговування є: вимоги, джерела вимог, обслуговування, обслуговуючі апарати, потік вимог, час обслуговування.

Кожен окремий запит на виконання якої-небудь роботи (на виробництво послуги) в теорії масового обслуговування називають заявкою або вимогою. Якщо на виробництві зупинилось або вийшло з ладу яке-небудь обладнання, означає з'явилася вимога на його обслуговування.

Обслуговувану систему підрозділяють на окремі частини, кожна з яких в будь-який заданий момент може послати тільки одну вимогу. Таку частину можна назвати джерелом вимог або об'єктом обслуговування. Наприклад, кожна одиниця працюючого обладнання може вийти з ладу і зажадати ремонту або наладки, тому вона є джерелом вимог для ремонтної служби.

Обслуговуванням вважається задоволення запиту, що поступив в обслуговуючу систему, на виконання послуги.

Кожна вимога, що поступила, може обслуговуватися окремою частиною обслуговуючої системи, кожна з яких здатна в будь-який заданий момент часу задовольняти тільки одну вимогу. Така частина називається обслуговуючим апаратом, обслуговуючим пристроєм або каналом обслуговування.

Всі процеси масового обслуговування протікають поодиноці і тому ж принципу: вимога поступає в обслуговуючу систему, задовольняється (обслуговується) обслуговуючими апаратами і покидає її.

Послідовність якихось подій в часі називають потоком. Моменти їх звершення  $t_1$ , позначені крапками на числовій осі (рис. 2), подібно до потоку, то звужуються (згущуються, частішають), то розширюються (рідшають). Подібно до цього у вигляді потоку можна представити і надходження вимог в обслуговуючу систему. Таким чином, послідовність появи вимог в часі називатиметься потоком вимог. При цьому розрізняють вхідний потік - потік вимог, що поступають в обслуговуючу систему, і потік, що виходить, - потік вимог, що покидають обслуговуючу систему.

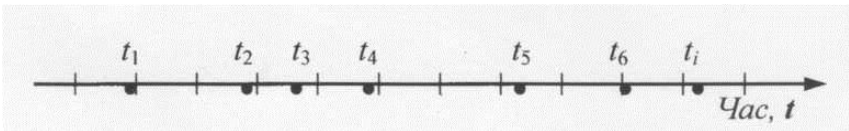


Рис. 2 - Зображення моментів появи вимог на числовій осі часу

Часом обслуговування вважається період, протягом якого задовольняється заявка на обслуговування, тобто період від початку обслуговування (а не від моменту надходження вимог в систему) і до його завершення.

Якщо якась вимога поступила в систему у момент  $t_1$  (рис. 3), проте обслуговуючий апарат був зайнятий і приступив до обслуговування лише у момент  $t_2$  і закінчив обслуговування у момент  $t_3$ , то різниця  $t_2 - t_1$  буде часом очікування обслуговування ( $T_{оч}$ ), а часом обслуговування ( $T_{обс}$ ) буде різниця  $t_3 - t_2$ . Період між моментами  $t_1$  і  $t_3$  є часом знаходження вимоги, що поступила, в обслуговуючій системі (у обслуговуванні і в очікуванні його). Таким чином, час обслуговування є характеристикою роботи кожного окремого обслуговуючого апарату. Воно показує, скільки часу витрачається на задоволення однієї вимоги.

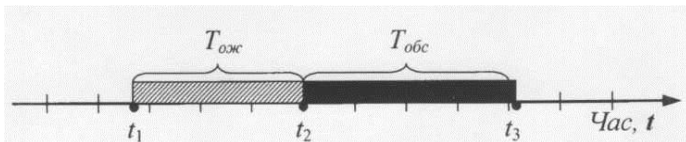


Рис. 3- Зображення часу очікування обслуговування і часу обслуговування на числовій осі часу

Метою дослідження систем масового обслуговування є аналіз якості їх функціонування і виявлення можливостей його поліпшення. При цьому поняття «Якості функціонування системи масового обслуговування» у кожному окремому випадку матиме свій конкретний сенс і виражатиметься різними кількісними показниками. Наприклад, такими кількісними показниками як величина черги на обслуговування, середній час обслуговування, очікування обслуговування або знаходження вимоги в обслуговуючій системі, час простою обслуговуючих апаратів, упевненість, що всі вимоги, що поступили в систему, будуть обслуговані та ін.

Таким чином, під якістю функціонування систем масового обслуговування в теорії масового обслуговування розуміють ступінь задоволення потреби в обслуговуванні. Показники ж технічної якості або власне якості обслуговування визначені рамками відповідних інструкцій, розпоряджень або стандартів, так що неточне дотримання цих розпоряджень може вважатися рівносильним незадоволенню вимоги.

Скажимо, розглядаючи роботу матимо на увазі такі показники якості як величина черги обладнання, чекаючого ремонту, середній час, протягом якого обладнання ремонтується і чекає ремонту (час знаходження вимоги в обслуговуючій системі), час простою ремонтних бригадах і тому подібне.

При вирішенні завдань масового обслуговування знаходяться функціональні залежності між показниками якості функціонування системи масового обслуговування і характеристиками потоку вимог, часу обслуговування, способу організації обслуговування. Завдання вважається вирішеним, якщо вдається вибрати для даного типу системи масового обслуговування кількісні показники якості її функціонування і виразити їх через параметри, що характеризують вхідний потік вимог і час їх обслуговування.

Вивчення характеру потоку вимог на технічне обслуговування що поступає від обладнання до допоміжних виробничих служб і кількісний опис його є першочерговим етапом вдосконалення планування і організації системи комплексного обслуговування обладнання на основі теорії масового обслуговування.

По характеру потоки вимог можуть бути регулярними – вимоги з'являються строго регулярно через рівні періоди і стохастичними (імовірнісними) - моментами появи вимог є випадкові величини (їх не можна або ж досить важко передбачити). У системі комплексного обслуговування обладнання потік вимог на технічне обслуговування є стохастичним, оскільки вони з'являються не регулярно.

Випадкові величини, як відомо, описуються законами розподілу їх вірогідності. При описі потоку вимог також, перш за все, повинен бути знайдений закон розподілу вірогідності.

Реальні випадкові величини (у тому числі і потоки вимог) можуть мати

самі різні закони розподілу вірогідності - нормальний розподіл, показовий, бзта-розподіл і ін. Аналітична теорія масового обслуговування накладає вельми жорсткі обмеження на характер потоку вимог. До теперішнього часу в теорії найповніше розроблені аналітичні рішення лише для моделей завдань масового обслуговування, в яких потік вимог є простим.

Простими потоками є такі, які володіють одночасно трьома властивостями - стаціонарності, ординарності і відсутністю наслідків.

Стаціонарним є потік, для якого вірогідність надходження певної кількості вимог протягом якогось проміжку часу не залежить від початку відліку цього проміжку, а залежить від його довжини. Інакше кажучи, характер стаціонарного потоку вимог не змінюється з часом.

Одинарним є такий потік, в якому вірогідність надходження в систему за малий проміжок часу більше однієї вимоги є величиною нескінченно малою, тобто в одинарному потоці у будь-який момент часу може поступити не більше однієї вимоги (вимоги поступають поодиноці).

Потік без наслідків називається таким, в якому вірогідність надходження певного числа вимог після якогось довільного моменту  $t$  не залежить від числа вимог, що поступили в систему до моменту  $t$ .

Математично доведено, що якщо потік вимог простий, тобто стаціонарний, ординарний і без наслідку, то, знаючи його параметр  $\lambda$  - математичне очікування числа вимог, що поступають в систему в одиницю часу, його можна повністю описати кількісно за допомогою системи функцій Пуассона:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} * e^{-\lambda t} \quad (1)$$

де  $P_k(t)$  - вірогідність того, що протягом часу від 0 до  $t$  в систему поступить точно  $k$  вимог на обслуговування;

$\lambda$  - параметр потоку - середнє число вимог, що поступають в систему в одиницю часу;

$e$  - основа натуральних логарифмів ( $e = 2,71828$ ).

Змінюючи значення  $k$  і  $t$ , по приведеній формулі можна розрахувати вірогідність будь-якого стану потоку вимог.

На практиці потік вимог в системі комплексного обслуговування обладнання близький до простого і підкоряється закону Пуассона, а час обслуговування є показовим.

Використовуючи теорію масового обслуговування розглянемо найбільш важливу складову витрат виробництва, чисельний склад обслуговуючих робітників, який розраховується шляхом визначення мінімуму витрат на обслуговування и очікування обслуговування. Необхідно мати на увазі, що хоча обслуговуючі системи и не беруть участь безпосередньо у випуску продукції, однак про їхню оптимальність варто судити виходячи із

загальних результатів роботи підрозділу. Відомо, що синтетичним показником, що характеризує ефективність роботи виробничого підрозділу, є собівартість продукції, на величину якої впливає безліч різних факторів. Однак при визначенні ефективності обслуговуючої системи, треба їх вважати постійними, тобто абстрагуватися від їхнього впливу. Отже, математично завдання можна сформулювати в такий спосіб. Необхідна така кількість обслуговуючих робітників ( $K_p$ ), при якому собівартість ( $C_{ст}$ ) буде мінімальною:

$$C_{ст} = f(K_p) \rightarrow \min \quad (2)$$

Обслуговуючі системи, не маючи прямого відношення до випуску виробів, впливають на величину обсягу, тому що впливають на величину простою обслуговуючих апаратів. При невеликій кількості обслуговуючих робітників, заявки на обслуговування будуть задовольнятися невчасно й не повністю, а при великій кількості обслуговуючі робітники будуть простоювати. Отже, оптимальна чисельність обслуговуючих робітників буде, виражена функцією оптимальності:

$$f(K_p) = (Z' + Z'') \rightarrow \min \quad (3)$$

де  $Z'$  - величина втрат у системі обслуговування, пов'язаних із простоюванням вимог у черзі в одиницю обслуговування. Сюди включаються втрати основних робітників і втрати через простої обладнання:

$$Z' = (C_0 * S + M_{ст} * C_{ст}) \quad (4)$$

де  $C_0$  - середнє число основних робітників, що простоюють, чекаючи обслуговування, гол.

$S$  - втрати, пов'язані із простоем основного робітника в певні години. Сюди включається основна й додаткова заробітна плата й відрахування на соціальні потреби, грн.

$M_{ст}$  - середня кількість верстатів, що простоюють, чекаючи обслуговування, шт.

$C_{ст}$  - втрати, пов'язані із простоем одного верстата протягом години, грн.

Сума амортизаційних відрахувань і витрат на ремонт розраховані як середньозважені величини витрат на верстати всіх типів з урахуванням їх кількості.

$Z''$  - величина втрат, пов'язаних із простоем обслуговуючих робітників, чекаючи заявок на обслуговування:

$$Z'' = C_B * S_B \quad (5)$$



де  $Ч_B$  - середня кількість обслуговуючих робітників, що простоюють, ^ ££■/.,

$S_B$  - втрати від простою одного обслуговуючого робітника (сума основної й додаткової зарплати з відрахуваннями на соціальні потреби), грн.

При цьому передбачається обов'язкове виконання плану по випуску продукції, тобто

$$N \geq N_{пл}$$

де  $N$  - фактичний випуск продукції,

$N_{пл}$  - плановий випуск продукції, тобто ми повинні визначати критерій ефективності виходячи з конкретних організаційних умов.

Зміна показників простою обслуговуючої системи використовується при визначенні впливу обслуговуючих систем на обсяг виробництва продукції. Якщо при існуючій у цеху системі обслуговування коефіцієнт простою основних робітників, чекаючих обслуговування дорівнює ( $D_0$ ), а при іншій - кількісному співвідношенню обслуговуючих робочих він зміниться до ( $D$ ), то час знаходження робітників, зайнятих обслуговуванням виробництва, поза системами зміниться від  $(1-D_0)$  до  $(1-D)$ . Тому вплив чисельного складу обслуговуючої системи на об'єм випуску продукції у такому разі може бути записане у вигляді:

$$N = N_0 \frac{(1-D)}{(1-D_0)} \quad (6)$$

де  $N_0$  - обсяг випуску продукції при існуючій кількості обслуговуючих робітників ( $K_0$ );

$N$  - можливий ріст обсягу випуску при новій чисельності обслуговуючих робітників ( $K$ ).

Вплив чисельності обслуговуючих робітників на величину витрат виражається, очевидно, більш складною залежністю, що враховує зміну умовно-постійних й умовно-змінних витрат:

$$П = П_0 \frac{(1-D)}{(1-D_0)} \quad (7)$$

де  $П_0$  - величина змінних витрат при існуючому варіанті організації;

$П$  - величина змінних витрат при новому варіанті.

Умовно-постійні витрати змінюються тільки в частині заробітної плати робітників, що обслуговують виробництво, з відрахуваннями на соціальні

потреби. Якщо позначити ці витрати через В (середні витрати), то зміна умовно-постійних витрат складе  $\Delta B = B (K_p - K_{p0})$ , а функція, зміни всіх умовно-постійних витрат буде мати вигляд:

$$B = B_0 + \Delta B = B_0 + B (K_p - K_{p0}) \quad (8)$$

де  $B_0$  - умовно-постійні витрати при існуючому варіанті організації обслуговування;

$B$  - умовно-постійні витрати при новому варіанті;

$\Delta B$  - збільшення функції залежно від зміни чисельності обслуговуючих робітників від  $(K_{p0})$  до  $(K_p)$ .

Тоді витрати на виробництво складуть:

$$Z = \Pi + B = \Pi_0 \frac{(1-D)}{(1-D_0)} + [B_0 + (K_p - K_{p0})B] \quad (9)$$

Підставивши вираження залежності обсягу випуску й витрат на випуск у функцію критерію оптимальності (3.1), одержимо залежність:

$$C_{ст} = f(K_p) = \frac{Z}{N} = \frac{\Pi_0}{N_0} + \frac{[B_0 + (K_p - K_{p0})B](1-D_0)}{N_0(1-D)} \quad (10)$$

**Висновок.** Розрахувавши ряд значень коефіцієнта простою при різній кількості обслуговуючих робітників і підставивши у вираження критерію оптимальності, можна вибрати оптимальний варіант, при якому собівартість буде мінімальною.

**Список літератури:** 1. *Алдохин И.П.* Теория массового обслуживания в промышленности. М.: Экономика, 1970. 2. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей. М.: Наука, 1969. 3. *Генкин Б. М.* Экономика и социология труда. М.: Экономика, 1998.

*Надійшла до редколегії 31.07.2012*