SocioBrains
ISSN 2367-5721, JOURNAL HOMEPAGE: WWW.SOCIOBRAINS.COM
INTERNATIONAL SCIENTIFIC REFEREED ONLINE JOURNAL WITH IMPACT FACTOR
ISSUE 70, JUNE 2020

THE THEORY OF CUSTOM SERVICE AS A TOOL IN THE DESIGN OF TRANSPORT SYSTEMS

Abstract: This article discusses two of the most severe disorders in child development that a resource teacher encounters in his or her work. The specifics of mental retardation and autism spectrum disorders are presented. Three specific cases of children with special educational needs who are on resource support are also considered.

Author information:

eng. Marian Rahnev
Bulgaria

Keywords:
resource teacher, mental retardation and autism spectrum disorders, students with special educational needs, inclusive education

Установяване на статистически закономерности в транспорта

Най-важното изискване към математическия модел е неговата адекватност на реалния обект [12,с.70]. Построяването на един модел е свързано с намирането на зависимости между критериите за ефективност [10, с. 380] и управляемите и неуправляеми параметри. Тези зависимости могат да бъдат *функцинални* и *стохастични*.

Функционална зависимост е тази, при която стойностите на зависимата променлива *Y* се определят еднозначно от *фактора X*.

При стохастичните зависимости при зададена стойност на *X* са възможни различни значения на *Y*. Това се дължи на факта, че зависимата променлива освен от *X* зависи от редица неконтролируеми или неотчетни фактори. Поради това, че значенията на зависимата променлива са подложени на случайни въздействия, те не могат да бъдат предсказани точно, а само определени с дадена вероятност.

Същността на транспортните процеси е такава, че голяма част от тях носят стохастически (вероятностен) характер. При изследването на стохастическите процеси могат да се решават две основни задачи:

• Първо, да се разкрие наличието на дадена взаимозависимост между

явленията и свързаните с тях величини. Това се постига с *корелационен* и *факторен* анализ.

С *корелация* се означава най-общо зависимост между случайни величини, при което изменението на едната води до изменение на математическото очакване на другата.

Посредством корелационния анализ се изследва теснотата на връзката между една зависима променлива *Y* и една или повече независими променливи X_i. Основните измерители на корелационните връзки са коефициентите на корелация. Коефициентът на линейна корелация R_{YX} измерва теснотата на връзката между зависимата променлива *Y* и независимата *X* без да се държи сметка за влиянието на другите променливи.

$$R_{YX} = \frac{K_{YX}}{\sigma(X)\sigma(Y)} \quad (1)$$

където K_{YX} е коефициентът на ковариациии

Намирането на корелационна връзка между изследваните променливи дава възможност за преминаване към следващия етап от анализа за събиране на данни – намиране на регресионно уравнение;

• Второ, да се моделират разкритите връзки и се установяват конкретни

количествени съотношения, служещи за построяване на моделите. Тази задача се решава с намирането и изследването на *уравненията на регресия*, т.е. с регрисионния анализ.

Най-обшо регресионният модел има вида

$$Y_i = f(X_1, X_2, \ldots, X_n, e_i) \quad (2)$$

където:

Y_i е променливата, представяща следствието (зависимата променлива);

$X_1, X_2, \ldots, X_n$ - променливите представящи факторите (или независимите променливи);

e_i - случайния компонент в модела.

За намирането на регрисионното уравнение трябва да се решат редица взаимосвързани задачи:

- установяване формата на модела – линейна или нелинейна;
- определяне коефициентите на регрисионното уравнение;
- проверка модела за значимост и адекватност

Особенности на транспортните модели

Транспортните системи са сложни и динамични. Те се състоят от два типа основни елементи:

• Подвижен състав – вагони, автомобили и други;

• Постоянни устройства – пътища, пристанища, железопътни гари,

средства за осигуряване на безопасност и управление и други.

Постоянните устройства оказват пряко въздействие върху работата на подвижния състав, те съвместно определят превозната способност на транспортния обект и в определена степен качествените характеристики на превозния процес (скорост, честота, безопасност и други). Следствие от движението на тежките чуждестранни товарни автомобили е опасността от жестоки катастрофи с други моторни превозни средства. [8].

Превозният процес осъществява взаимодействието между транспортната система и клиентите (товародатели). Основната цел на общите транспортни модели е да разкрият връзките между параметрите (технически и технологически) на постоянните устройства и подвижния състав и заявките на клиентите. В най-общ вид тези връзки са дадени на фигура 1.

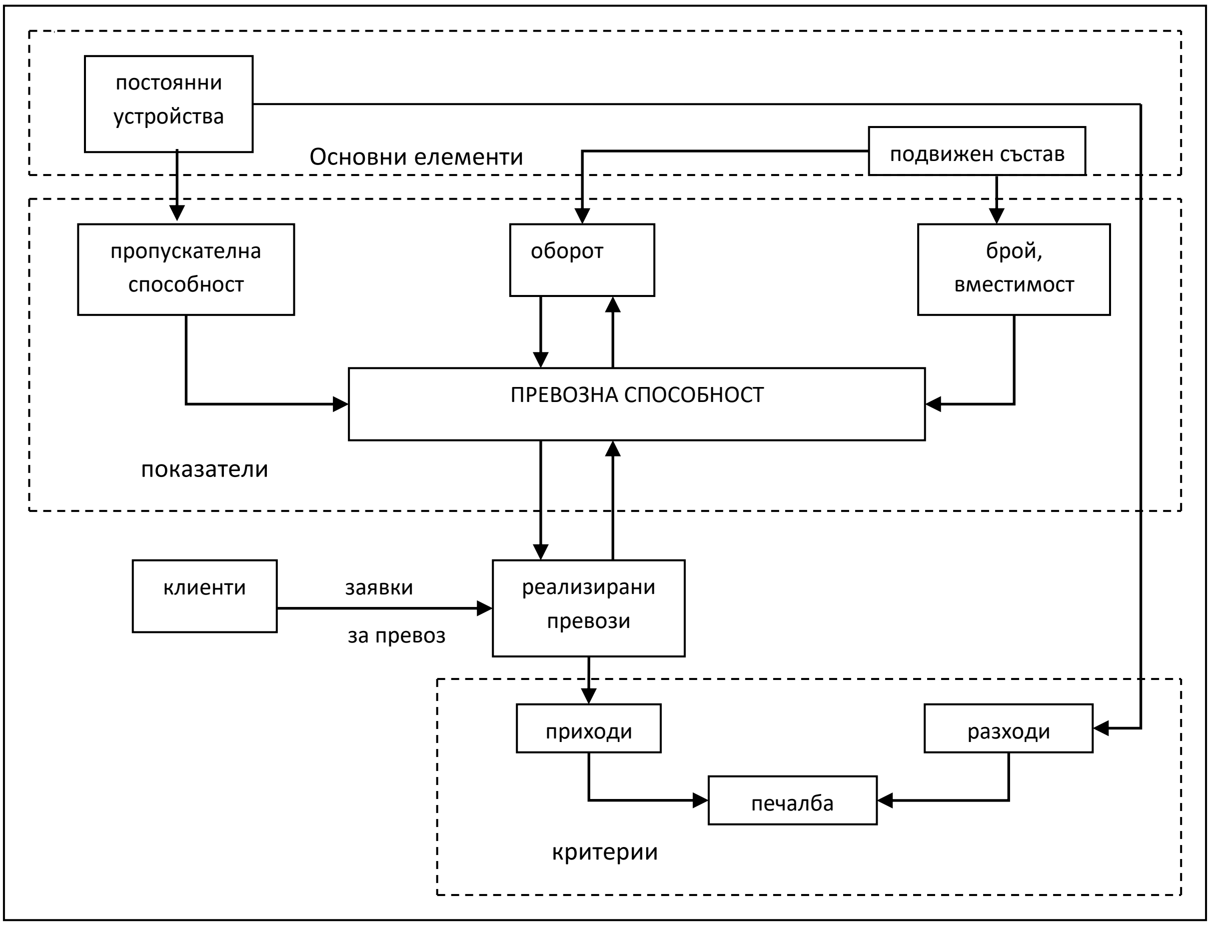
Поради голямата сложност на транспортната система е необходимо да се отдели даден обект или проблем, т.е. системата (модела) се декомпозира. Основно условие, даващо възможност за декомпозиране на модела е относителната самостоятелност на отделните подмодели. За това е необходимо оптималните стойности на включените параметри слабо да зависят от състоянието и работата на другите системи.

Поради наличието на обратни връзки дадени на фигура 1, оптимизирането транспортните модели се извършва итеративно. Първо се прави вътрешно оптимизиране на декомпозираните обекти (модели) и по-нататък се разглеждат като неуправляеми. Последователно се разглеждат по-сложните обекти до решаването на поставения проблем. След това се започва отначало, като се преценява доколко крайните решения оказват влияние върху параметрите на декомпозираните подмодели. Това продължава до получаването на сходимост, т.е. до малки промени в крайните резултати.

Превозния процес зависи от редица външни фактори, основните от които са поведението на клиентите и природните условия. В рамките на транспортната система те са неуправляеми и следователно носят силно изразен характер. По тези причини транспортните процеси имат вероятностен (стахостичен) характер. За моделиране на такива обекти се използват съвременни методи за моделиране на транспортни системи.

Процес, в който всички транспортни операции и постъпването на заявките на клиентите протичат в точно установени моменти (по график), се нарича детерминиран. За описание на детерминираните системи са използват методи като: план – графици; мрежово планиране; теория на разписанията и други, но тяхното приложение е сравнително ограничено, поради невъзможността им с тяхна помощ да се направят модели, обхващащи всички елементи на транспортния процес.

Такива модели могат да се създават с помощта на теорията на масовото обслужване



(ТМО) или в по-сложни случаи – с използването на имитационното моделиране.

Фиг. 1. Връзки между параметрите на постоянните устройства, подвижния състав и клиентите

Поради наличието на обратни връзки дадени на фигура 1, оптимизирането транспортните модели се извършва итеративно. Първо се прави вътрешно оптимизиране на декомпозираните обекти (модели) и по-нататък се разглеждат като неуправляеми. Последователно се разглеждат по-сложните обекти до решаването на поставения проблем. След това се започва отначало, като се преценява доколко крайните решения оказват влияние върху параметрите на декомпозираните подмодели. Превозния процес зависи от редица външни фактори, основните от които са поведението на клиентите и природните условия. В рамките на транспортната система те са неуправляеми и следователно носят силно изразен характер. По тези причини транспортните процеси имат вероятностен (стохастичен) характер. За моделиране на такива обекти се използват съвременни методи за моделиране на транспортни системи.

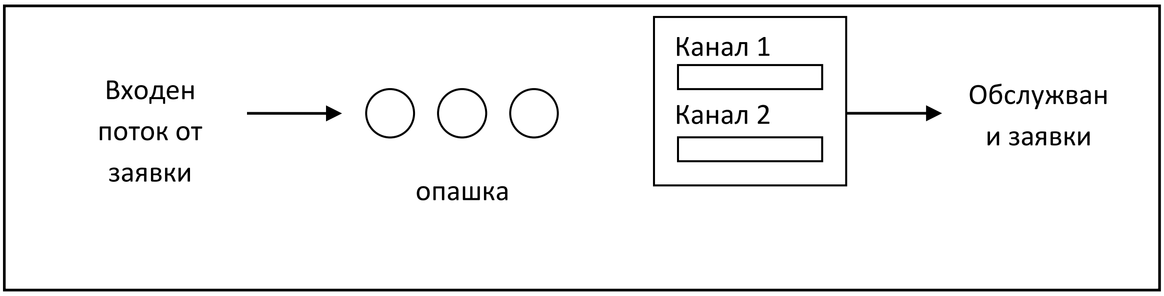
Процес, в който всички транспортни операции и постъпването на заявките на клиентите протичат в точно установени моменти (по график), се нарича *детерминиран*. За описание на детерминираните системи са използват методи като: план – графици; мрежово планиране; теория на разписанията и други, но тяхното приложение е сравнително ограничено, поради невъзможността им с тяхна помощ да се направят модели, обхващащи всички елементи на транспортния процес.

Такива модели могат да се създават с помощта на теорията на масовото обслужване (ТМО) или в по-сложни случаи с използването на имитационното моделиране.

Моделиране на транспортни системи с помощта на теорията на масовото обслужване (теорията на опашките). Методи за моделиране.

Теорията на масовото обслужване е създадена от потребностите на практиката за анализ на процеси, които водят до натрупване, задържане и създаване на опашки при обслужването. Чрез ТМО се изучават процесите на постоянно възникване и удовлетворяване на заявките за изпълнение на определени задачи. Заявките възникват, генерират се, от обслужваната система а се приемат и изпълняват от обслужващата система. Съвкупността от двете системи се нарича система за масово обслужване, в които последователно са свързани потокът от заявки за обслужване, редицата (опашката) и каналите за обслужване.

Обект на теорията на масовото обслужване са така наречените системи за масово обслужване (СМО). Структурата на СМО се определя от състава и функционалните и връзки. Тя се състои от входен поток от заявки, канали за обслужване (машини, съоръжения и др.) и изходен поток от обслужени заявки, дадени на фигура 2.



Фиг.2. Структура на система за масово обслужване

В СМО определен поток заявки се обслужват от едно или няколко обслужващи устройства (ОУ) като при това се получават откази или престой в опашката на някои от заявките.

Задача на ТМО е определянето показателите за работа на СМО. Една СМО се определя от входящ поток, механизъм за обслужване и дисциплина на опашката.

Потокът заявки се характеризира с интензивност на входящия поток λ (заявки за единица време) и със закона за разпределение на времето между постъпване на заявките.

Обслужването се определя с броя на обслужващите устройства S, *интензивността на обслужване μ* и закона за разпределение на времето за обслужване на една заявка $t_{об}$.

В сила е зависимостта $\mu = \frac{1}{\bar{t}_{об}}$ (3)

където $\bar{t}_{об}$ е средно време за обслужване на една заявка.

Под *дисциплина на опашката* се разбират правилата, в съответствие с които обслужващия механизъм приема постъпващите заявки, като: първи пристигнал – първи обслужен; последен дошъл – първи обслужен или произволен подбор заявките. Последното правило се използва често в транспортните системи, тъй като позволява оперативно въздействие върху системата.

Към дисциплината на опашката следва да се отнесе обслужването с “приоритет”, както и индивидуалното поведение на клиентите (отказ от обслужване, преминаване на друга опашка и други).

Системите за масово обслужване се характеризира с натоварване ρ

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

Задължително условие за работата на системите за масово обслужване без откази е $\frac{\rho}{s} < 1$. Ако то не е изпълнено, броят на заявките в опашката нарастват неограничено. За едноканалните СМО $s = 1$ и условието добива вида $\rho < 1$.

Показателите за работа на СМО се подразделят на *осреднени*, определяни с математическото очакване на съответната величина, и *вероятностни*. Най-важните от тях са:

- среден брой заявки в системата L_s;
- среден брой заявки в опашката L_q;
- вероятност на системата да има *i* заявки P_i;
- средно време за престой на заявките в системата T_s;
- средно време за престой на заявките в опашката T_q;
- вероятност за отказ $P_{\text{от}}$ при системите с отказ;
- вероятността пристигнала заявка да чака P_w;
- вероятност всички канали да са заети P_d.

Класификация на СМО

Според броя на паралелно действащите обслужващи устройства:
- едноканални;
- многоканални.

Според формирането на опашката:
- с откази;
- с ограничена опашка;
- с безкрайна опашка.

Според дисциплината на обслужване:
- обслужване с приоритет;
- произволно обслужване.

Според броя последователно преминавани обслужващи устройства:
- еднофазни;
- многофазни.

Според източника на заявки:
- затворени системи (краен източник);
- отворени системи (безкраен източник).

Законите за разпределение на времената за обслужване и на входящия поток съкратено се бележат:

M – Поасонов входящ поток (експоненциално разпределение на времето за обслужване);
D – детерминиран входящ поток (постоянно време за обслужване);
$\boldsymbol{E_k}$ – Ерлангов поток и разпределение на времето за обслужване от *k*-ти порядък;
G – произволна функция на разпределение.

В транспорта се срещат предимно системи с неограничена опашка. СМО за по-накратко се обозначават с посочените по-горе символи за разпределенията на входящия поток и времето за обслужване, като след тях се поставя *1*, когато системата е едноканална и *S*, когато има *S* обслужващи устройства. Например $M/E_k/S$ означава многоканална СМО с Поасонов входящ поток и Ерлангово разпределение на времето за обслужване от к-ти порядък.

За всички СМО важат следните зависимости

$$T_s = \frac{L_s}{\lambda} \text{, среден престой в системата} \qquad (5)$$

$$L_s = E(l_s) = \sum_{i=1}^{\infty} iP_i \text{ ,среден брой заявки в системата}$$

$$T_q = \frac{L_q}{\lambda} \text{, време / заявка} \qquad (6)$$

$$L_q = E(L_q) = \sum_{i=1}^{\infty} (i - S)P_i \;\; \text{при } i > \rho \text{, заявки}$$

$$L_s = L_q + \bar{S} \qquad (7)$$

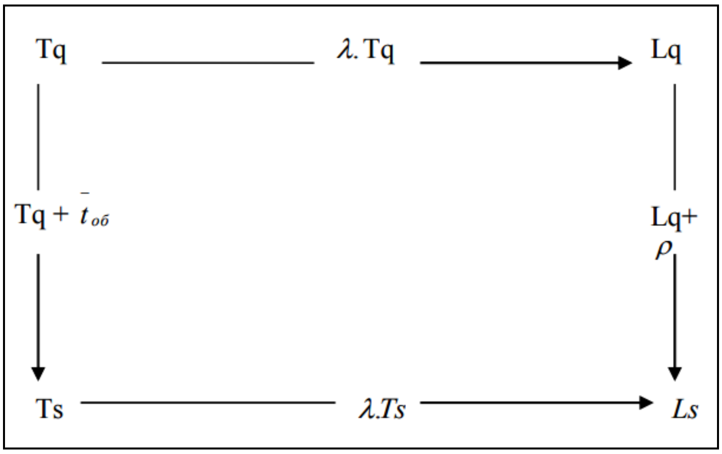
Където $\bar{S}$ е среден брой заети канали, а l_s и l_q са съответно брой заявки в системата и опашката в *i*-ти момент от време.

При СМО без откази

$$\bar{S} = \rho \qquad (8)$$

$$T_s = T_q + \bar{t}_{об} \qquad (9)$$

Посочените зависимости са известни като формули на Литъл. Те позволяват определянето на всяка от посочените величини при условие, че е известна стойността на една от тях (фигура 3).



Фиг.3

Видове методи за моделиране. Основни формули

Еднокални отворени СМО с безкрайна опашка без преоритет

За всички едноканални системи е в сила $P_0 = 1 - \rho$ (10)

Поасонов входящ поток – Експоненциално време за обслужване *M/M/1*

$$P_k = \rho^k P_0 \qquad (11)$$

$$L_q = \frac{\rho^2}{1-\rho} \qquad (12)$$

Поасонов входящ поток – Произволно време за обслужване *M/G/1*

$$L_q = \frac{\rho^2(1+v_{об}{}^2)}{2(1-\rho)} \qquad (13)$$

където $v_{об}$ е коефициент на вариация на времето за обслужване (използват се още символите $v_{об}$ и C_S).

Поасонов входящ поток – Постоянно време за обслужване *M/D/1*

$$L_q = \frac{\rho^2}{2(1-\rho)} \qquad (14)$$

Ерлангов входящ поток – Ерлангово разпределение на време за обслужване E_k/E_k /1. За тези СМО няма изведени точни формули. Посочените в (15) са с добро приближение и могат да се използват за СМО *G/G/1*

$$L_k \approx \frac{\rho^2}{1-\rho} \cdot \frac{\rho(v_{вх}{}^2+v_{об}{}^2)}{2[1-v_{вх}(1-\rho)]} \qquad (15)$$

където $v_{вх}$ е коефициент на вариации на интервалите между постъпващите заявки на входящия поток. Формула (15) дава грешка не по-голяма от 3%. Получените резултати са малко занижени в сравнение с точните стойности.

Многоканални отворени СМО с безкрайна опашка без преоритет

Поасонов входящ поток – Експоненциално разпределение на времето за обслужване *M/M/S*

$$P_0 = \left(\frac{\rho^s k}{S!\,(1-k)} + \sum_{t=0}^{s} \frac{\rho^i}{t!}\right)^{-1} \qquad (16)$$

където S – брой на каналите;

k - натоварване на един канал.

$$k = \frac{\rho}{s} \qquad (17)$$

$$|P_i = \begin{cases} \frac{\rho^i}{t!} P_0 \\ \frac{\rho^s}{S!} k^{i-s} P_0 \end{cases} \quad \text{при } i < S \text{ и } i > S \qquad (18)$$

Вероятността всички канали да са заети $P\ (i \geq S)$ се определя с (19)

$$P_w = P_d = P(i \geq S) = \frac{\rho^S P_0}{(S-1)!(S-\rho)} \quad (19)$$

$$L_q = \frac{\rho^S k P_0}{S!(1-k)^2} = \frac{P_W.k}{1-k} \quad (20)$$

Поасонов входящ поток – Ерлангово разпределение на времето за обслужване $M/E_k\ /S$

$$L_q = \frac{\rho\ .k\ .\alpha_S(1+v_{об}{}^2)}{2S(1-k)} \quad (21)$$

$$\alpha_s = \frac{\rho^2}{(S-1)(S-2)+k(2S+\rho-2)} \quad (22)$$

$$P_i \approx P_d(1-S_0){S_0}^{(1-S)} \quad (23) \text{ при } j \geq S$$

$$S_0 = \frac{L_q(M/G/1)}{L_S(M/G/1)} \quad (24)$$

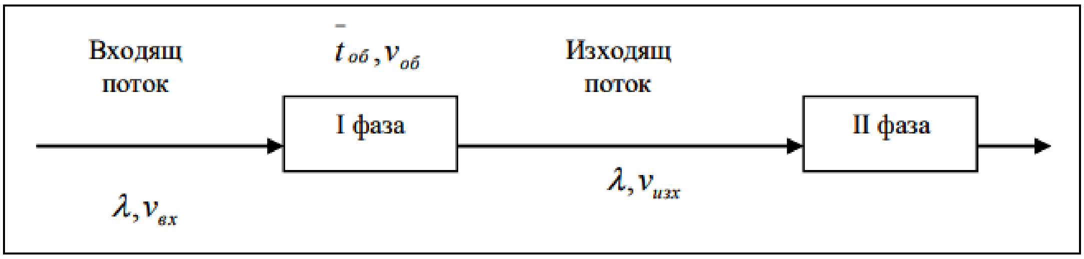
Ерлангов входящ поток – Ерлангово разпределение на времето за обслужване Ek/Ek/S *(G/G/S)*

$$L_q = \frac{\rho k^2 \alpha_S(v_{вх}{}^2+v_{об}{}^2)}{2S(1-k)[1-v_{вх}{}^S(1-k)]} \quad (25),$$ α_s се изчислява по (22).

Вероятностите P_i се изчисляват по апроксимацията (23), където

$$S_0 = \frac{L_q(G/G/1)}{L_S(G/G/1)} \quad (26) \qquad P_d \approx \frac{kL_q(G/G/1)}{L_q(G/G/1)} \quad (27)$$

Многофазни отворени СМО без приоритет. Многофазните СМО се характеризират с няколко последователни обслужващи устройства, всяко от които е със свои характеристики на обслужване, опашка и приоритет. Заявките последователно преминават през отделните фази на обслужване. Извеждането на показателите на многофазни СМО е задача, която все още не е задоволително решена. Ето защо, когато между отделните фази няма силно изразени връзки, системата се разглежда като отделни еднофазни системи, като се отчитат трансформациите на потоците между тях. Когато входящия поток е Поасонов, а времето за обслужване е показателно в СМО без откази, изходящия поток също е Поасонов. При други входящи потоци „..на информационни единици“ [7] и времена на обслужване може приблизително да се определи коефициентът на вариации на изходящия поток $v_{изх}$ посочен във фигура 4.



Фиг.4

При системи без откази изходящия поток има същата интензивност като на входящия, т.е $\lambda_{изх} = \lambda_{вх}$

$$M/E_k/1 \quad {v_{изх}}^2 = 1 - \rho^2(1 - {v_{об}}^2) \quad (28)$$

$$M/E_k/1 \quad {v_{изх}}^2 = {v_{вх}}^2 - \rho^2({v_{вх}}^2 - {v_{об}}^2) \quad (29)$$

От (28) се вижда, че тъй като $v_{об}$ е по-малък от 1, то изходящият поток ще има по-малък коефициент на вариации от входящия. Това намаляване на неравномерността е толкова по-силно, колкото натоварването е по-близко до1.

При обединяване на два потока с интензивности λ_1 и λ_2 и коефициенти на вариации v_1 и v_2 и се получава поток с $\lambda_0 = \lambda_1 + \lambda_2$ и обобщен v_0 .

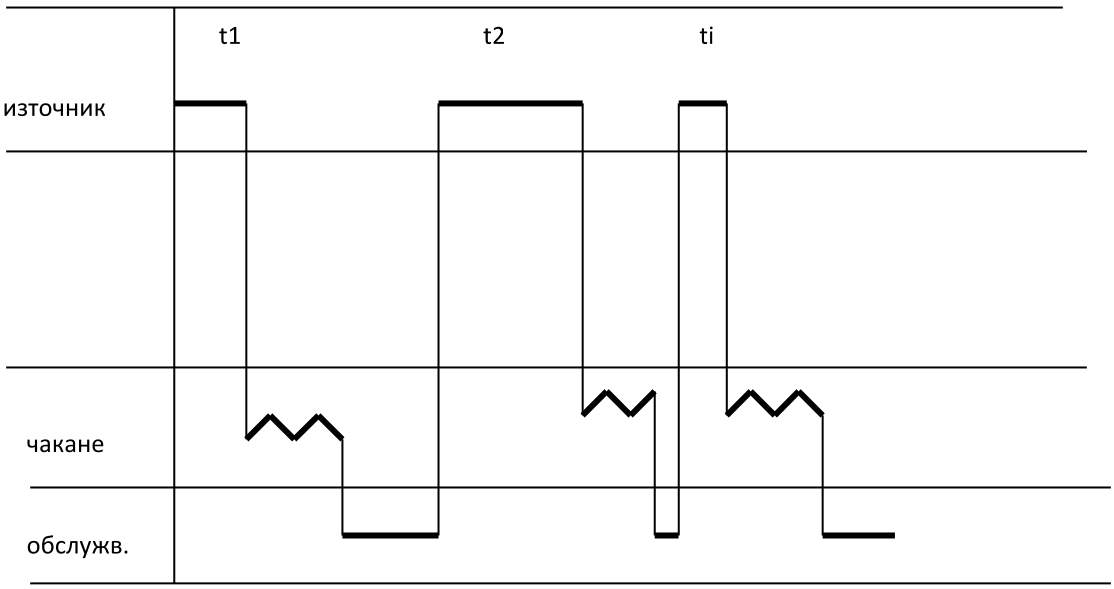
$$ {v_0}^2 \approx \frac{\lambda_1 {v_1}^2 + \lambda_2 v_2}{\lambda_1 + \lambda_2} + \frac{4\lambda_1\lambda_2(1-{v_1}^2)(1-{v_2}^2)}{3(\lambda_1+\lambda_2)^2} \quad (30)$$

Ако $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$ и $v_1 = v_2 = v$, то ${v_2}^0 \approx \frac{1}{3}(1 + v^2 + v^4)$ (31)

При обединяване на повече от два потока, характеристиките им се намират посредством последователното прилагане на (28).

Многоканална затворена СМО (краен източник)

В затворените системи източниците на заявки са ограничени и фиксирани. От всеки източник през случайно време t постъпват заявки за обслужване. Интензивността на постъпване на заявките от един източник λ зависи от средното време $\bar{t}$ на интервалите от излизане на заявката от системата до нейното постъпване, показано на фигура 5,



Фиг.5

Като е в сила формулата $= \frac{1}{\bar{t}}$, заявки / време (32)

Сумарната интензивност на входящият поток λ_p е променлива величина, зависеща от броя заявки в СМО:

$$\lambda_p = (N-1)\lambda \text{, заявки / време} \quad (33)$$

Реалните транспортни системи формално са затворен. Тези системи обаче се третират като системи с безкраен източник и неограничена опашка. Това допускане произтича от приблизителното равенство на параметрите на двете системи при голям брой източници. *M/M/S* с *N* източника на заявки.

$$P_0 = \left[\sum_{i=0}^{S} \frac{N!\,\rho^i}{t!\,(N-i)!} + \sum_{i=S+1}^{N} \frac{N!\,\rho^i}{S^{i-S}S!\,(N-i)!}\right]^{-1} \quad (34)$$

$$P_i = \frac{N!\rho^1}{t!(N-t)!} P_0\,, \quad i < S \quad (35)$$

$$P_i = \frac{N!\rho^1}{S^{i-s}S!(N-t)!} P_0\,, S < i \leq N \quad (36)$$

Където $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ не може да се дефинира като натоварване на системата. Тъй като λ е интензивност на постъпване само от един източник. Натоварването на системата ρ_p се определя като средна стийност.

$$\rho_p = E\left(\frac{\lambda_p}{\mu}\right) = \frac{\lambda}{\mu}\sum_{i=1}^{N}(N-i)P_i = \left(\sum_{i=1}^{N} NP_i - \sum_{i-1}^{N} iP_i\right) \quad (37)$$

Тъй като $\sum iP_1 = L_s$ то $\rho_p = \rho(N - L_s)$ (38)

Средната големина на опашката се получава от:

$$L_q = \sum_{i=S}^{N} (i - S)P_i \tag{39}$$

Средното време за престой в системата T_s и в опашката T_q могат да се определят от формулите на Литъл (5) и (6) като интензивността на общия входящ поток λ_p се определи от $\lambda_p = \rho_p \mu$.

Системи за масово обслужване с приоритет

В случаи, когато на отделни заявки се дава предпочитание, говорим за приоритетно обслужване. Съществуват следните основни схеми на приоритетни обслужване:

• обслужване с прекъсване (абсолютен приоритет). Ако по време на

обслужването на заявката, постъпи някоя с по-висок приоритет, то обслужването се прекъсва и веднага започва обслужване на новопостъпилата заявка. Когато системата се освободи, заявката се дообслужва;

• обслужване без прекъсване (относителен приоритет). Ако заявката е

започнала да се обслужва, тя се обслужва докрай, без да се влияе от постъпването на заявки с по-висок приоритет.

В системите за масово обслужване с приоритет се обслужват определен брой *k* потока всеки, от които с интензивност $\lambda_1 (i = 1 \text{ до } k)$. Интензивността на общия сумарен поток λ е равна на:

$$\sum_{i=1}^{k} \lambda_1 .$$

Приема се, че приоритетът на обслужване на заявките от различни потоци, намалява с увеличаването на *i*, т.е. с предимство се обслужват заявките от потока с най-малка стойност на *i*.

Приложение на Многоканална затворена СМО (краен източник)

В разпределителен пункт работят две товарно-разтоварни машини с еднаква производителност. Към разпределителния пункт са прикрепени шест автомобила, които превозват товари от и за склад. Времето за един оборот на автомобила без престоя му в разпределителния пункт е разпределено по експоненциален закон със средна стойност 1 час. Автомобилите се обработват средно за 15 минути, от коя да е от машините. Времето за обработка е разпределено по експоненцилен закон. Ако един автомобил струва 5 лева, колко са дневните загуби от престоя на автомобилите в очакване обработка за две смени по 8.5 часа.

Решение: Тъй като броят на автомобилите е ограничен на 6, то системата е затворена (с краен източник). Тъй като автомобилите се обслужват от коя да е от двете машини, то системата е двуканална. Няма данни за приоритетно обслужване. В резултат се получава *M/M/2* за 6 заявки.

$\lambda = 1$ заявки от един автомобил / час

$\mu = \frac{60}{15} = 4$ заявки/час, $\rho = \frac{1}{4} = 0.25$

Вероятностите на състоянията се определят от (34), (35) и (36)

$$P_0 = \left[\sum_{i-0}^{2} \frac{6!\,0.25^i}{t!\,(6-i)!} + \sum_{i=3}^{6}\left(\frac{6!\,0.25^i}{2^{i-2}2!\,(6-i)!}\right)\right]^{-1}$$
$$= (1 + 1.5 + 0.94 + 0.47 + 0.17 + 0.042 + 0.005)^{-1} = 4.127^{-1}$$
$$= 0.242$$

$P_1 = 0.363, P_2 = 0.228, P_3 = 0.114, P_4 = 0.041, P_5 = 0.01, P_6 = 0.0012$

От формула (39) получаваме:

$L_q = \sum_{i=3}^{6}(i-2)P_i = 1 \cdot 0.114 + 2 \cdot 0.041 + 3 \cdot 0.01 + 4 \cdot 0.0012 = 0.23$ автомобила.

За определянето на T_q е необходима сумарната интензивност на входния поток $\lambda_p = \rho_p \mu$. От (35) $\rho_p = 0.25(2 - L_s)$

$L_s = \sum_{i=1}^{6} iP_i = 1 \cdot 0.363 + 2 \cdot 0.228 + \cdots. + 6 \cdot 0.0012 = 1.38$ автомобила

$\rho_p = 0.25(2 - 1.38) = 1.155,$ $\lambda_p = 1.155 \cdot 4 = 4.62$

$$T_q = \frac{L_q}{\lambda_p} = \frac{0.23}{4.62} = 0.0498 \text{ часа/автомобил}$$

За едно денонощие общото работно време е T = 2· $8.5 = 17$ часа. За този период през системата са преминали $T\lambda_p = 17 \cdot 4.62 = 78.54$ автомобила.

Получената стойност не бива да се закръглява до цяло число, тъй като тя означава среден брой автомобили за смяна. Всеки автомобил е престоял в опашка средно T_q часа. Тогава общите автомобилочасове *B* за едно денонощие са $B = T\lambda_p T_q = 78.54 \cdot 0.0498 = 3.91$ автомобила на ден.

Общите загуби *E* ще бъдат $E = 5B = 19.55$ лв./ден.

Общите автомобилочасове могат де се получат, като се съобрази, че L_qе среден брой чакащи автомобили. Тогава $B = T \cdot L_q = 17 \cdot 0.23 = 3.91$ авт. ч./ ден.

Критерий за качеството на един модел е неговата адекватност, т.е. свойството му да позволява получаването на нова информация, съответстваща достатъчно точно на функционирането на изучавания обект. Адекватността не бива да я разглеждаме като пълно съответствие между резултатите от проиграването на модела и работата на моделираната система, защото моделът никога не съответства напълно на моделирания обект.

Новополучената информация се използва за вземане на управленчески решения и ако те водят до подобряване функционирането на обекта, то може да се счита, че моделът е построен добре. Следователно адекватността може да се определи като свойство на модела да дава достатъчно количество информация, позволяваща взимането на правилни управленчески решения [11, с. 127].

За моделиране на сложните транспортни системи е подходящо те да се разглеждат като мрежа от свързани и взаимодействащи помежду си технологични системи. Процесите в тези системи могат да се моделират с помощта на теорията за масовото обслужване (ТМО). За целта те се представят като системи за масово обслужване (СМО), при които се отчита въздействието на случайни фактори, както върху интервалите от време между пристигане на заявките на входа на СМО, така и върху времената за обслужване на заявките в отделните СМО.

Използването на ТМО за моделиране на реалните процеси е свързано с познаване на законите на разпределение на входящия поток от заявки и на времената за тяхното обслужване.

Понякога сложните процеси в транспорта не могат да се моделират задоволително с помощта на аналитичните модели на теорията на масовото обслужване. Когато няма изведени аналитични крайни формули за част или за всички операционни характеристики, се използва като подход *имитационното моделиране*, известно още като метод Монте-Карло, състоящ се в многократното проиграване (реализация) на моделирания процес и отчитане на стойностите на интересуващите изследователя величини.

Енергийната ефективност може да бъде подобрена чрез използването на най-ефективните видове транспорт, въвеждане на интелигентни транспортни системи по републиканската пътна мрежа и в градска среда, увеличаване дела на биогоривата, намаляване на товарите в автомобилния транспорт над 300 *km* чрез прехвърляне към други по-екологични видове транспорт, например железопътен и др. [9].

References:

1. Obretenov A., B. Dimitrov, :Spravochnik po masovo obsluzhvane“, S. „Nauka i izkustvo“, 1979
2. Raykov, R., G., „Organizatsia i upravlenie na dvizhenieto v zhelezopatnia transport“, S. VMEI 1979
3. Saykova, I.D., „Statisticheski analiz na vrazki i zavisimosti“. S. „Nauka i izkustvo“, 1981
4. Kachaunov, T., „Modelirane i optimizatsia na transportnite protsesi“, Sofia, VTU „Todor Kableshkov“, 2005
5. Venttsely, ES., L.A. Ovcharov, „Prikladnyie zadachi teorii veroyatnostey“, M. „Radio i svyazi“, 1983
6. Drayper, N., Smit, G., Prikladnoy regresionyiy analiz M. „Finansi i statistika“, 1986
7. Tsonev, Kazakov, Analiz razpredelenieto na greshkite pri predavane na danni v LAN Ethernet, ShU Matteh 2012, 2012
8. Tsankov Ts., Yankova-Yordanova Y. Namalyavane na posledstviyata ot tranzitno preminavashtite tovarni avtomobili po patishtata na Republika Bulgaria. Sedma mezhdunarodna nauchna konferentsia „Tehnika. Tehnologii. Obrazovanie. Sigurnost“, Veliko Tarnovo, 2019, ISSN 2535-0315, s. 83-85.
9. Yankova-Yordanova Y., Tsankov Ts. Neobhodimostta ot namalyavane na neblagopriyatnite posledstvia za okolnata sreda pri tranziten prevoz na tovari. Sedma mezhdunarodna nauchna konferentsia „Tehnika. Tehnologii. Obrazovanie. Sigurnost“, Veliko Tarnovo, 2019, ISSN 2535-0315, s. 110-112.

10. Stoyanov, S. Management – efficiency and effectiveness. – International scientific refereed indexed online journal with impact factor “SocioBrains”, 2018, Issue 41, 379 – 381, Smart Ideas – Wise Decisions Ltd., Bulgaria, Sofia, ISSN 2367-5721, (IF=5,507).
11. Stoyanov, S. To the notes for immediate selection of alternative for management of logistic system. – Collection of scientific articles [International scientific conference „Research and innovation” (USA, New York, 28.02.2020)], New York, (USA), 2020, Yunona Publishing, 127 – 131, ISBN 978-0-9988574-3-5.
12. Dyankov, P., Teoretichen model na organizatsiyata i upravlenieto na transportni logistichni sistemi, UI „Ep. K. Preslavski“, 2017, s.70 ISBN 978-619-201-166-6