METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL-STATISTICAL RESEARCH OF LOGISTICS SYSTEMS

VESELINA R. KODZHEYKOVA

ABSTRACT: *The aim of the development is to propose an approach for experimental-statistical study of logistics systems used in technological production.*

In order to fulfill the set goal, it is necessary to fulfill the task related to the development of an algorithm for processing the results of the experimental-statistical study of the logistics systems providing the average serial production.

KEYWORDS: *Methodology, logistics systems, small and medium series production, algorithm.*

DOI: https://doi.org/10.46687/MT22VRK

МЕТОДИКА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО-СТАТИСТИЧЕСКОТО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЛОГИСТИЧНИ СИСТЕМИ

ВЕСЕЛИНА Р. КОДЖЕЙКОВА

АБСТРАКТ: *Целта на разработката е да се предложи подход за експериментално-статистическо изследване на логистичните системи, използвани в технологичното производство. За изпълнение на поставената цел е необходимо да се изпълни задачата, свързана с разработването на алгоритъм за обработка на резултатите от експериментално-статистическото изследване на логистичните системи, осигуряващи средно серийното производство.*

1 Увод

Еднопредметните линии се основават на поточната форма на организация на производството. Методът на Нютон лежи в основата на много числени методи за решаване на алгебрични и трансцедентни уравнения и за намиране екстремуми на функции. Основното му предимство е високото и бързо действие, а недостатък е, че сходимостта зависи чувствително от близостта на началното приближение до търсеното решение.

2 Изложение

Последователността на методиката за експериментално-статистическо изследване на логистичните системи [7, с. 61 – 63] осигуряващи средно серийното производство, се основава на обработката на следните изходни данни:

- производствена програма на индустриалното предприятие се определя от изделия с единичен тип на производство, като за тези изделия се изяснява, какво е търсенето и доколко са осигурени пазари за дългосрочната им реализация;

- конструктивна документация на подбраните изделия се анализира задълбочено, за да се установи технологичността на конструкцията им и да се изясни доколко е изпълнено изискването при проектиране на линията - стабилността на конструкцията на изделията с единичен тип на производство;

- технологична документация на подбраните изделия се анализира за да се установи стабилността на приетата технология на производство, изискване за проектиране на

линията, като от операционните технологични карти, се определя степента на диференцируемост на частичните процеси, които се предвижда за да бъдат реализирани в еднопредметни поточни линии;

- годишен обем на производството на всеки един от подбраните видове изделия - $Q_г$ на всеки един от подбраните видове изделия се изчислява по следната формула [1]:

$$Q_г = Q_{нг}.\left(1+\frac{\alpha_1+\alpha_2}{100}\right),[бр./год] \quad (1)$$

където: $Q_{нг}$ - необходимият годишен обем на производството на изделието за изпълнение на производствената програма за комплектация на крайното изделие [бр./год.]; α_1 - относителният дял на допустимия технологичен брак от необходимия годишен обем на производството в %; α_2 - относителният дял на резервните изделия от необходимия годишен обем на производството в %. Чрез изчисления годишен обем на производството на всеки един от подбраните видове изделия се установява дали той е достатъчен за възстановяване на капиталните вложения за изграждане на линия, т.е. спазено ли е и изискването за проектиране на поточни линии. Ако годишният обем на производството е по-малък от минималния годишен обем на продукцията, който гарантира икономическата ефективност на капиталните вложения, то съответното изделие или полуфабрикат е неподходящо за изработване в еднопредметна поточна линия. [8, 9]

- режим на работа и ефективен фонд на време на еднопредметната линия – средно серийният тип на производството на изделието е подходящо еднопредметната поточна линия да работи в условията на две или три смени при петдневна или шестдневна работна седмица, за машините и съоръженията, с продължителност на смяната при нормални условия на труд от 8 часа и коефициент на използване на сменното време 0,92 - 0,94. Въз основа на зададения режим на работа се определя годишният ефективен фонд $F_{ег}$ на работните места в еднопредметната поточна линия по следната формула [1]:

$$F_{ег} = 60.Д_р.к_{см}.T_{см}.к_{исв},[мин./год] \quad (2)$$

където: $Д_р$ - броят на работните дни в годината [бр./год.]; $к_{см}$ - коефициент на сменност; $T_{см}$ - продължителност на смяната [ч.]; $к_{исв}$ - коефициент на използване на сменното време, който освен времето за планови прекъсвания за ремонт, отчита и регламентираните прекъсвания за почивки на работниците.

- изисквания към вътрешно транспортните операции - поради важността им в поточните линии и равнопоставеността им с технологичните операции се предявяват конкретни изисквания към тях, основани на интензивността и еднопосочността на материалния поток.

По отношение на използваните транспортни средства с непрекъснато действие - конвейри, се изяснява:

- начина на движение на полуфабрикатите - паралелното съчетаване на технологичните операции в поточните линии изисква използването на поединично движение на полуфабрикатите или на транспортните партиди, като се прилага поединичното движение, тъй като междуоперационните премествания на полуфабрикатите се осъществяват механизирано с помощта на конвейри;

- характера на движение на полуфабрикатите - може да бъде равномерно, при което междуоперационното преместване се извършва непрекъснато с малка постоянна скорост или пулсиращо, през равни интервали от време с тактова продължителност и сравнително по-висока скорост;

- вида на конвейра - предопределя мястото на изпълнение на технологичните операции по отношение на транспортното средство в случай, че конвейрът е работен, то върху него се осъществяват технологичните операции от частичния процес (разпределителният конвейр осъществява само транспортните операции в поточната линия, т.е. междуоперационното преместване на полуфабрикатите);

- изисквания за осигуряване на нормални условия и техническа безопасност при работа - предявяват се конкретни изисквания по отношение на осветеност, запрашеност, вибрации и др., а така също и изисквания за обезопасяване на използваните технически средства - заземяване, зануляване, предпазни екрани и др.;

- други данни, условия и изисквания – при необходимост се задават специфични данни, определят се допълнителни условия и се формулират специални изисквания.

Мултипликативните и адитивни параметри на монтажните операции с измерване влиянието на основните фактори са в зависимост от времето на доставките и скорост на изпълнение на заявките върху технологичното производство и се определят от уравнението [2]:

$$R_0 = \int_0^{\omega} f(x).l(x)dx, \tag{3}$$

където: *f(x)l(x)* – функция на нетната плътност на разпределение на материалните потоци; *f(x)* – функция на доставките в монтажния цех; *l(x)* – функция на скоростта на изпълнение на доставките от склада за материали до монтажните работни места, с изпълнение на условието [6]:

$$f_n = \sum_{k=0}^{m} \frac{a_k Y_{n-k}}{h} \quad при \quad \sum_{k=1}^{m} a_k = 0; \quad \sum_{k=1}^{m} k.a_k = -1; \quad \sum_{u=1}^{m} k^l.a_k = 0$$

Тези равенства образуват суми от *(p - 1)*, уравнения с *(m – 1)* неизвестни и за да бъде преодоляна тази система трябва да е изпълнено неравенството $p \leq m$, което означава, че порядъка на апроксимация на m стъпковия модел не превишава m. Разглеждаме хомогенните уравнения с постоянни коефициенти от вида [6]:

$$a_0.\nu_n + a_1.\nu_{n-1} + \cdots + a_m.\nu_{n-m} \tag{4}$$

Съвкупност на извадката и статистическият анализ се описват с изразите [2, 3]:

$$P_i = P_0 \exp.\left[-\frac{(D-i)^2}{S_W}\right], \quad i \in [0,1,2,...] \tag{5}$$

,

$$B_k = B_0 \exp.\left[-\frac{(K-k)^2}{S_E}\right], \quad i \in [0,1,2,...] \tag{6}$$

,

$$A_{Wk} = \begin{cases} 1 - \dfrac{k}{2T_j} & при \quad k \le T_j \\ 0 & при \quad k \ge T_j \end{cases}$$

при условие, където: T – максимална продължителност на операциите; P_0 и S_W – параметри подлежащи на изследване; Pi – броя изделия готови за i-тия ден; $к$ – коефициент на максимална продължителност на изработка на машината; $B_к$ – плътност на втория стадий на производствения процес; E_i – плътност на третия стадий на производствения процес.

Плътността на потоците от заявки се изчислява по формулите: [2, 3]

$$A_{vi} = A_0 \exp.[-B.(i - T_3)], \quad i \in [0,1,2,...] \tag{7}$$

$$E_i = \sum_{k=0}^{i-1} B_k.Q.A_{wk}.P_{i-k} \tag{8}$$

$$L_i = \begin{cases} 1 - \dfrac{k}{2T_i} & при \quad k \le T_i \\ \displaystyle\sum_{k=0}^{M} L_{ik}.A_i.E_{i-T_j-k} & при \quad k \ge T_j \end{cases}$$

при условие, че приемаме подходящите критерии за оценка точността на приетия математически модел и намираме стойностните параметри. Най-често за критерий оценяващ точността на приетия модел се използва сумата от квадратите на разликите на изчисления с модела $\tilde{y}i$ и получените стойности от експеримента yi:

$$S = \sum_{i=1}^{N} \left(\tilde{y}_i - y_i\right)^2 \tag{9}$$

Следователно търсят се такива параметри, които да осигурят минимума на тази сума (метода на най-малките квадрати).

$$M_i = max \ \{T_2 - T_1 - 1\} \tag{10}$$

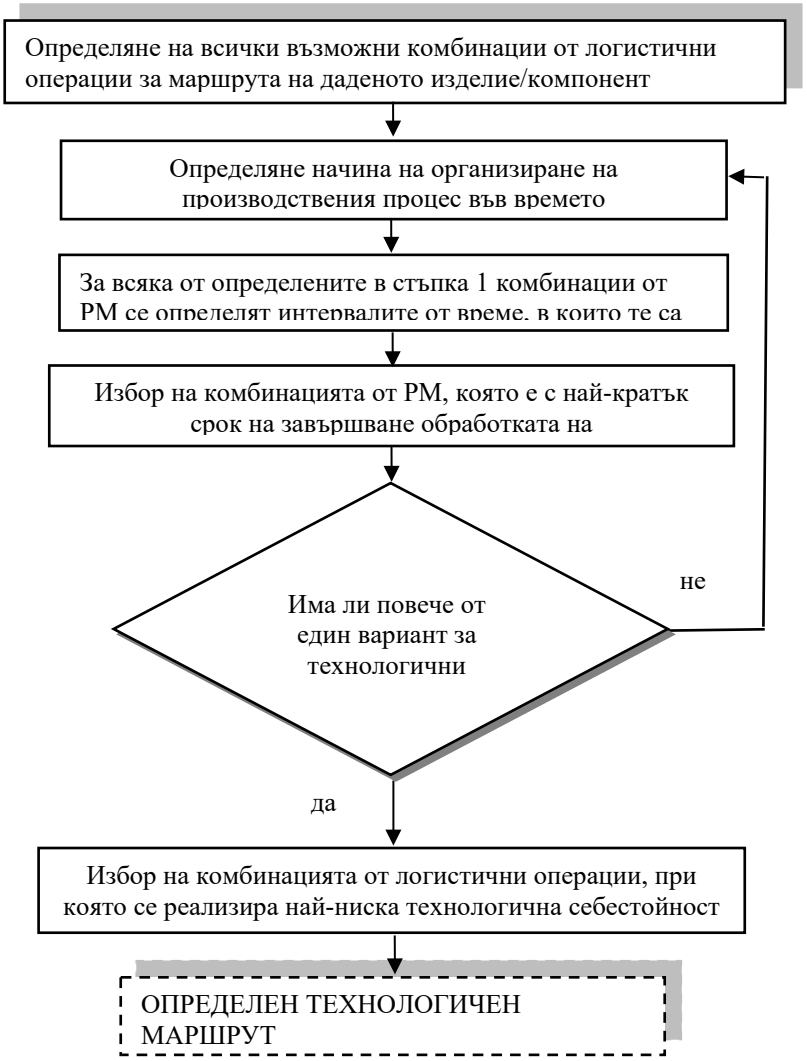
$$W_i = \sum_{k=0}^{i-1} A_{Wi}.P_{i-k} + A_{vi} \sum_{k=0}^{i-T_3-1} E_{i-T_3-k} \tag{11}$$

Много често при изпълнение на поръчките не винаги се отразява кой вид и модел машина предпочита клиента. Освен това не са комплектовани отделни детайли спрямо конструктивната документация, което налага доработване на отделни отвори или намаляване на размери по основни повърхнини. Това налага да се прилагат ралични

методики за оптимално управление на монтажните дейности. За точното определяне на дейностите за производство на продукта се използва коефициент на масовост $к_м$, който се изчислява по формулата [5]:

$$к_м = \frac{t_{Hcp}}{R_{усл_г}} = \frac{\frac{\sum_{j=1}^{J} t_{H_j}}{J}}{\frac{F_{e_г}}{Q_г}} = \frac{Q_г \sum_{j=1}^{J} t_{H_j}}{F_{e_г} . J} \quad (12),$$

където: t_{Hcp} е средната норма време за изпълнение на една технологична операция; $R_{услв}$ - условният нормиран ритъм на производство на изделието [min/бр]; t_{Hj} - норма време за j-тата технологична операция; $F_{eг}$ - приетия ефективен фонд от време на производственото звено, в което се изработва изделието; $Q_г$ - годишният обем производство на изделието [бр./год]. Алгоритъма за обработка на експериментално-статистическите резултати е представен на фиг. 1. Разработен е на базата на годишният обем на производство на изделие.



Фиг. 1. Алгоритъм за формиране на технологичен маршрут

3 Заключение

Анализа на алгоритъма на Фиг. 1. има висока степен на синхронизация и паралелно съчетаване на технологичните операции и осигурява непрекъснатост на производството без престои на технологичния цикъл. Следователно използването на методът на Нютон има *локална сходимост* и затова началното приближение трябва да се задава възможно по-близо до търсения екстремум. За по-прецизен избор на стартовата точка x_0 е целесъобразно програмната реализация на метода да позволява многократно построяване на графиката на функцията в различни диапазони на изменение на аргумента, задавани в диалогов режим. Обобщава се първичната информация относно отделните групи променливи, (време за достовките на потока от заявки, количества на доставките, време за транспортни операции, количества полуфабрикати), съдържаща се в утвърдените за тях технологични карти за съответния вид производства. Програмите за мониторинг на дребно и средно серийно производство включват следните главни стъпки [4]:

- дефиниране на обектите на мониторинг и техните най-важни показатели;
- избор на подходящите методи на изследване на тези технологични производства;
- изработване на дизайн на моделите за събиране на информацията и разработване на симулационни модели;
- изработване на технологични карти, формиране на база данни за натрупване на информацията и организация на логистичната информационна система към нея;
- статистически анализ на данните с цел оценка на актуалното състояние и регистриране на тенденциите за промяна във времето и влиянието на факторите.

Направения анализ ни дава основание да приемем предложения алгоритъм за решение на поставената задача.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Цветков, Г. Производствен мениджмънт, ИК “Люрен”, София (2001).

[2] Митков, А.Л., Д. П. Минков. Математични методи на инженерните изследвания, Русе (1993).

[3] Цонев, С, Един практически подход за стратификацията на съвкупности. Статистика, кн. 4, София, (2015).

[4] Ташев, А., В. Иванов. Индустриален инженеринг и мениджмънт (част I), Пловдив, 1997.

[5] Георгиев, Д., Неделчев, Д., Славов, Ст. Технология на машиностроенето. I част. ТУ Варна, (2005).

[6] Семенов М.Е., С.Н. Колупаева, Анализ областей абсолютной устойчивости неявных методов решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, известия, Томского политехнического университета.. Т. 317. № 2, (2010).

[7] Стоянов, С. Генезис и концептуална перспективност на инженерната логистика, Университетско издателство „Епископ Константин Преславски“, Шумен, (2022).

[8] Yankova-Yordanova Y., Tsankov Ts. The capabilities of modern automated logistics system. International scientific refereed online journal with impact factor SocioBrains – Sofia: Smart ideas - wise decisions Ltd, Issue 69, May 2020, ISSN 2367-5721, pp. 120-125.

[9] Yankova-Yordanova Y., Konstantinova E., Tsankov Ts. Forecasting logistics systems through models. International scientific refereed online journal with impact factor SocioBrains – Sofia: Smart ideas - wise decisions Ltd, Issue 68, April 2020, ISSN 2367-5721, pp. 105-109.