

PROBABILISTIC SUBTRACTION REALIZATION on PROBABILISTIC ADDITION BASIS

N. Sapozhnikov, O. Chuzhikova-Proskurnina, D. Moiseev

Implementation of addition and subtraction operations at the probabilistic information presentation was considered. The probabilistic subtraction realization method by means of probabilistic addition was suggested. The modelling confirmed the theoretical statements was carried out.

Список использованных источников

1. *Гладкий В.С.* Вероятностные вычислительные модели / В.С. Гладкий. – М.: Наука, 1973. – 300 с.
2. *Сапожников Н.Е.* О вероятностном преобразовании информации / Н.Е. Сапожников // Приборостроение. – 1983. – Вып. 34. – С. 31 - 38.
3. *Сапожников Н.Е.* Сравнительная оценка методов суммирования вероятностно преобразованных сигналов / Н.Е. Сапожников // Вестник СевГТУ, Механика, энергетика, экология. – 1997. – № 6. – С. 89 - 95.

Надійшла до редакції 06.09.2013 р.

УДК 681.717:621.88

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОШАГОВОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СЕЛЕКТИВНОЙ СБОРКИ (С ОГРАНИЧЕННЫМ ОБЪЕМОМ) ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Н.В. Серова-Нашева¹, к.т.н., В.Я. Копп², д.т.н., проф., Н.И. Кузнецова¹, доц. каф.

¹*Севастопольский университет ядерной энергии и промышленности*

²*Севастопольский национальный технический университет*

Разработана имитационная модель исследования многошаговой управляемой селективной сборки (МУСС с ограниченным объемом) энергетического оборудования. Осуществлена проверка правильности построенной аналитической модели по результатам машинного эксперимента.

Введение

Данная статья является продолжением ряда работ [2 - 5], посвященных управлению параметрами селективной сборки прецизионных изделий. Предложены модели для определения количества незавершенного производства при многошаговой управляемой селективной сборке с ограниченным объемом. Приведены результаты моделирования. По результатам машинного эксперимента подтверждена правильность разработанной аналитической модели процесса.

Подтверждение правильности построенных ранее аналитических моделей возможно только при сравнении с данными, полученными в ходе имитационного моделирования. Это объясняется тем, что имитационное моделирование предоставляет широкие возможности для проведения активного машинного эксперимента. Кроме того, определяющими факторами выбора данного вида моделирования являются простота заложенных алгоритмов, достаточная точность описания реальной системы, простота и наглядность разработанного диалогово-программного комплекса.

Постановка цели и задачи научного исследования

Целью работы является подтверждение правильности разработанной аналитической модели. Задача, поставленная в данной работе, сводится к исследованию результатов имитационного моделирования МУСС с ограниченным объемом и сравнению их с полученными ранее аналитическими значениями объема незавершенного производства (НП).

Описание разработанной имитационной модели

В [4] рассмотрена задача управления параметрами многошаговой селективной сборки. Для этого в среде Maple была разработана математическая модель управления процессом селективной сборки при обеспечении минимума НП. Получены результаты при различных входных данных.

Как и ранее в [5], имитационная модель создана в среде Delphi. ИМ МУСС с ограниченным объемом включает в себя все особенности ОУСС, отличие заключается на втором и последующих этапах сборки, поскольку детали изготавливаются с учетом несобранных. Для реализации указанной особенности в ИМ создан дополнительный (двумерный) массив для хранения информации о несобранных деталях, процедура учета которых реализуется в соответствии с аналитическими зависимостями. Поскольку в данном виде сборки имеется ограничение на объем выпускаемой продукции, то в ИМ добавлено поле для ввода требуемого объема собранных комплектов на выходе, а также поле, в котором выдается значение рекомендуемого объема изготавливаемых изделий. По полученным данным построены гистограммы для подгрупп валов (левое поле) и гистограммы для валов и втулок (правое поле) (рис. 1).



Рис. 1. Пример диалогового программного комплекса (ДПК) имитационной модели МУСС

Краткое описание ДПК имитационной модели СС. Исходные данные, а именно математические ожидания и дисперсии распределений валов и втулок, задаются в соответствующих полях. Поля С1 и С2 предназначены для ввода смещений центров настройки соответствующих подгрупп, причем С2 становится активным только при указании 4 и 5 подгрупп в поле «количество групп». Кроме того, управляемыми параметрами СС являются объемы валов в подгруппах, которые обозначены N1, N2, N3. Поле "Требуемый объем" предназначено для указания желаемого количества собранных комплектов, поле "Рекомендуемый объем" выдает количество пар комплектующих, которые необходимо изготовить для получения требуемого объема собранных комплектов.

Результаты расчетного моделирования

Соответствие эмпирического и теоретического законов распределения проверялось по критерию согласия χ^2 Пирсона для плотностей распределения валов, втулок и приведенных значений объемов НП.

При использовании критерия число степеней свободы принималось равным разности между числом разрядов (количеством селективных групп, $n = 7$) и количеством независимых условий (связей), при этом число связей в данном случае равно трем: во всех случаях требовалось выполнение условия нормировки (сумма эмпирических частот равна единице), а также равенство гипотетических и эмпирических МО и дисперсий [6]. В качестве уровня значимости α принималось значение $\alpha = 0,05$. Мера расхождения при использовании данного критерия определяется по формуле [6]

$$R = c_{\text{набл}}^2 = \sum_{i=1}^7 c_i^2,$$

где i – количество селективных групп.

Результаты сравнения сведены в табл. 1, 2, 3, а также представлены на рис. 2, 3, 4.

Т а б л и ц а 1

Сравнение результатов аналитического и ИМ процесса изготовления и распределения в СГ валов

№ поз.	$m_{\text{теор}}$	$m_{\text{имит}}$	$d_{\text{абс}}$	v_i	n_i	c_i^2
1	0,020116267	0,026288	0,00617173	26	20,11627	1,893506638
2	0,136398248	0,128182	0,00821625	128	136,3982	0,494923683
3	0,207646471	0,21548	0,00783353	215	207,6465	0,295522398
4	0,270582511	0,261754	0,00882851	262	270,5825	0,288054844
5	0,207646471	0,216198	0,00855153	216	207,6465	0,352178657
6	0,136398248	0,126772	0,00962625	127	136,3982	0,679368266
7	0,020116267	0,025306	0,00518973	25	20,11627	1,338882907
Σ	1	1		1000		5,342437392

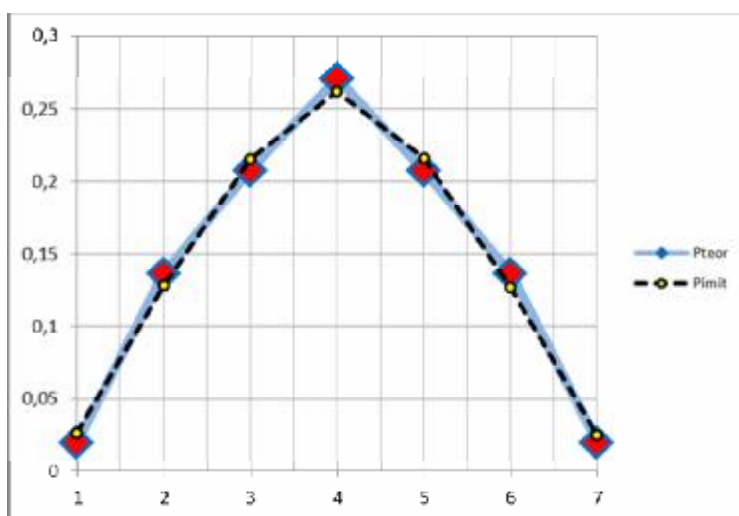


Рис. 2. Экспериментальные (---) и теоретические (—) кривые плотности распределения валов в соответствующие селективные группы

Т а б л и ц а 2

Сравнение результатов аналитического и ИМ процесса изготовления и распределения в СГ втулок

№ ПОЗ.	$m_{\text{теор}}$	$m_{\text{ИМ ИТ}}$	$d_{\text{абс}}$	v_i	n_i	C_i^2
1	0,02592913	0,020816	0,00511313	21	25,92913	1,008290446
2	0,128826314	0,138596	0,00976969	139	128,8263	0,740894943
3	0,215812939	0,209624	0,00618894	210	215,8129	0,177482222
4	0,258863234	0,262398	0,00353477	262	258,8632	0,04826707
5	0,215812939	0,20824	0,00757294	208	215,8129	0,265736605
6	0,128826314	0,139354	0,01052769	139	128,8263	0,860322469
7	0,02592913	0,020812	0,00511713	21	25,92913	1,009868634
Σ	1	1		1000		4,110862389

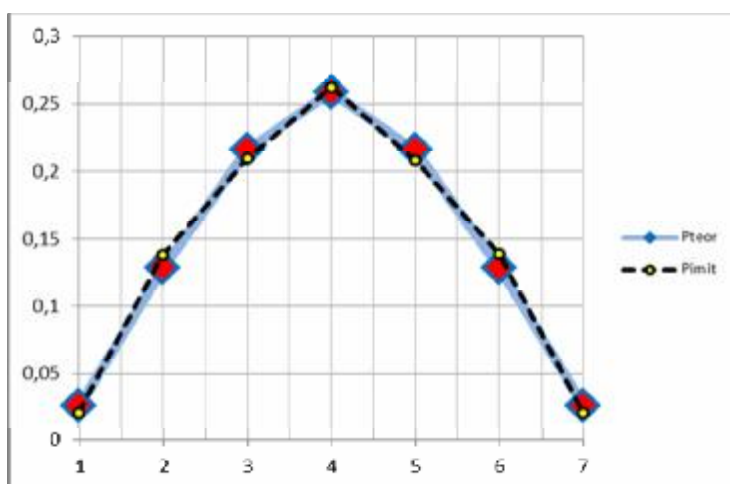


Рис. 3. Экспериментальные (---) и теоретические (—) кривые плотности распределения валов в соответствующие селективные группы

Сравнение результатов аналитического и ИМ процесса сборки валов и втулок по критерию Пирсона

№ поз.	$m_{\text{теор}}$	$m_{\text{ИМИТ}}$	$d_{\text{абс}}$	v_i	n_i	C_i^2
1	0,005813	0,003473	0,0023394	0,088558	0,106032	0,287959946
2	0,007572	0,006603	0,00096896	0,168347	0,138119	0,661552939
3	0,008166	0,00439	0,00377646	0,111926	0,148964	0,920897366
4	0,011719	0,008468	0,00325106	0,215903	0,21377	0,002126723
5	0,008166	0,005448	0,00271865	0,138896	0,148964	0,068047593
6	0,007572	0,007986	0,00041421	0,203612	0,138119	3,105513359
7	0,005813	0,002854	0,0029591	0,072759	0,106032	1,04413235
Σ				1	1	6,090230276

Обозначения, принятые в табл. 1 - 3:

$m_{\text{теор}}$ – математическое ожидание распределения валов в соответствующую селективную группу, полученное из аналитической модели;

$m_{\text{ИМИТ}}$ – математическое ожидание распределения валов в соответствующую селективную группу, полученное по результатам имитационного моделирования;

$d_{\text{абс}}$ – разница между значениями, полученными из аналитической и имитационной моделей (взята по модулю);

v_i – приведенное значение частоты (из имитационной модели), $v_i = m_{\text{ИМИТ}i} \cdot N$;

n_i – приведенное значение частоты (из аналитической модели), $n_i = m_{\text{теор}i} \cdot N$;

N – общее число наблюдаемых случаев;

C_i^2 – мера отклонения между эмпирическими и теоретическими значениями приведенных частот, $C_i^2 = \frac{(v_i - n_i)^2}{n_i}$.

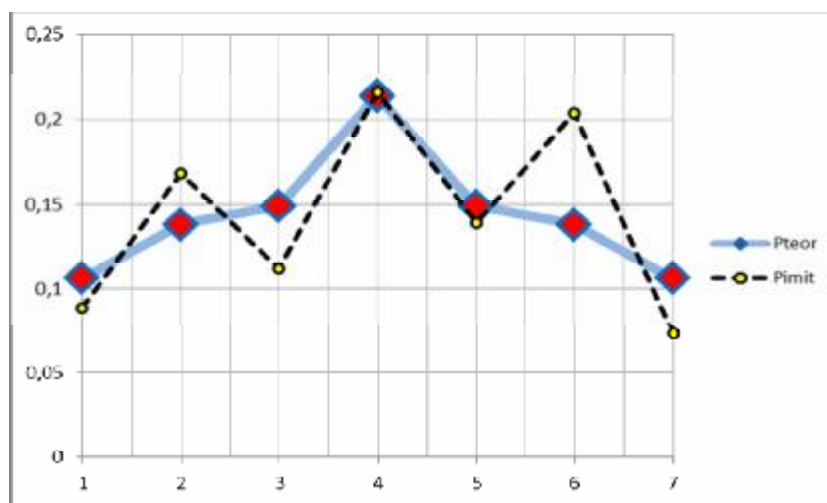


Рис. 4. Экспериментальные (---) и теоретические (—) кривые плотности распределения объема НП в соответствующих селективных группах

$$c_{\text{набл}}^2 = 6,09.$$

По табл. 3 критических точек распределения c^2 [7, прил. 5], по уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числу степеней свободы $k = 4$ находим $c_{\text{кр}}^2(0,05;4) = 9,4877$.

Поскольку полученные в результате расчетов значения $c_{\text{набл}}^2$ **п** $c_{\text{кр}}^2$, то принятые аналитические распределения не противоречат данным машинного эксперимента.

После проведения машинного эксперимента производилась оценка среднего значения функции отклика.

Предполагается, что из общей статистической совокупности значений СВ взята частичная совокупность из 40 значений y_i . На основании результатов эксперимента вычисляются границы, внутри которых может находиться среднее значение общей совокупности \bar{y}_0 . В [6] показано, что в соответствии с критерием Стьюдента среднее при определенном уровне значимости α и числе степеней свободы ν должно находиться в пределах доверительного интервала:

$$\bar{y} - t_a \frac{s}{\sqrt{n}} < \bar{y}_0 < \bar{y} + t_a \frac{s}{\sqrt{n}},$$

где \bar{y} – среднее значение частичной совокупности, $\bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$;

s^2 – несмещенная оценка дисперсии совокупности, $s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n-1}$;

t_a – значение статистики t при уровне значимости α и числе степеней свободы $n = n - 1$.

Сравнение результатов имитационного и аналитического моделирования показывает, что объем НП по аналитической модели, входит в доверительный интервал (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Сравнение результатов аналитического и ИМ процесса сборки валов и втулок по критерию Стьюдента

$m_{\text{нп}}$	$D_{\text{нп}}$	$\sigma_{\text{нп}}$	t_α	$[m_{\text{нп}} - \delta; m_{\text{нп}} + \delta]$	$m_{\text{нп а}}$
0,016446	$1,28 \cdot 10^{-5}$	0,003579	3,9712	[0,014169409; 0,0187216]	0,01632

Полученные данные показывают хорошее совпадение результатов аналитического и имитационного моделирования в исследованной области значений параметров, подтверждая правильность аналитической модели формирования НП при МУСС с ограниченным объемом.

Выводы

Проведенное исследование результатов имитационного моделирования многошаговой управляемой селективной сборки (МУСС с ограниченным объемом) энергетического оборудования подтвердило правильность аналитической модели.

Приведенные выше результаты наглядно иллюстрируют, что разработанная аналитическая модель МУСС с ограниченным объемом позволяет значительно уменьшить

количество незавершенного производства, что подтверждено имитационным моделированием. Кроме того, имитационная модель разработана в среде Delphi и имеет интерфейс диалогового программного комплекса, что позволяет расширить круг пользователей.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОКРОКОВОЇ КЕРОВАНОЇ СЕЛЕКТИВНОЇ ЗБІРКИ (З ОБМЕЖЕНИМ ОБ'ЄМОМ) ЕНЕРГЕТИЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

Н.В. Серова-Нашева, В.Я. Копп, Н.І. Кузнецова

Розроблена імітаційна модель дослідження багатокрокової керованої селективної збірки енергетичного устаткування. Здійснена перевірка правильності побудованої аналітичної моделі за результатами машинного експерименту.

The RESULTING of SIMULATION MODELIND of MULTISTAGE CONTROLLABLE SELECTIVE ASSEMBLY (of the LIMITED VOLUME) of POWER EQUIPMENT

N. Serova-Nasheva, V. Kopp, N. Kuznetsova

The simulation investigation model for the multistage controllable selective assembly of the power equipment was designed. The correctness of such analytical model on the machine experiment results has been verified.

Список использованных источников

1. Буловский П.И. Автоматизация селективной сборки приборов / П.И. Буловский, П.И. Крылов, В.А. Лапухин. – Л.: Машиностроение, 1978. – 232 с.
2. Копп В. Vuracet a riadenie parametrov selektivnej montaze (Оценка и контроль параметров управляемой селективной сборки) / В. Копп, N. Serova // 8 celostatna konferencia s medzinarodnou ucast'ou Automatizacia/Robotika v teorii a praxi "Acta Mechanica Slovaca – Robtex 2006", Koske, 2-A/2006, Robtex 2006, Rocnik 10. – С. 257 – 267.
3. Копп В.Я. Прогнозирование производительности при селективной сборке // Зб. наук. пр. СНУЯЕтаП / В.Я. Копп, Н.В. Серова. – Севастополь: СНУЯЭиП, 2006. – Вып. 2 (18). – С. 202 – 209.
4. Серова Н.В. Особенности многошагового управления селективной сборкой / Н.В. Серова, В.Я. Копп // Зб. наук. пр. СНУЯЕтаП. – Севастополь: СНУЯЭиП, 2009. – Вып. 4 (32). – С. 90 – 97.
5. Серова-Нашева Н.В. Исследование результатов имитационного моделирования одношаговой управляемой селективной сборки оборудования / Н.В. Серова-Нашева, В.Я. Копп, Н.И. Кузнецова // Матер. XIX Междунар. конф. по автоматическому управлению, 26 – 28 сент. 2012 г. – К.: НУХТ, 2012. – с. 382.
6. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.Я. Грановский. – М.: Наука, 1971. – 256 с.
7. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов. / В.Е. Гмурман. – 8-е изд., стер. – М.: ВШ, 2002. – 479 с.

Надійшла до редакції 10.09.13 р.