

**Аль-Сабри Гассан Мохсен Шайф**

аспирант

**Суханов Андрей Владимирович**

ассистент

**Корнеев Андрей Масстиславович**

д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный

технический университет»

г. Липецк, Липецкая область

## ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СЛОЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ

***Аннотация:** в работе рассмотрены численные методы дискретной оптимизации сложных промышленных систем с использованием в качестве параметров оптимизации подмножеств, образованных случайными величинами.*

***Ключевые слова:** дискретная оптимизация, подпространство, граница показателей качества.*

Одним из путей идентификации технологии является получение формального вероятностное представления технологии и выходные свойства продукции и последующий подбор критерия их связи.

Определив допустимые границы факторов технологии, мы получаем технологическое подпространство  $\Xi^* = \{\Xi / x' \leq \Xi \leq x''\}$ , отвечающее требованиям технологии.

Сам полный вектор сквозной (многостадийной) технологии  $\tau$  состоит из всех векторов технологических факторов на  $i$ -ом переделе.

Технологическое подпространство, которое не отвечает требованиям технологии, можно определить как:  $\bar{\Xi} = \Xi \setminus \Xi^*$ .

Подпространство выходных свойств  $\tau_y^+$ , которое отвечает требованиям, предъявляемым к качеству, определяется аналогично:  $\tau_y^+ = \{\tau / s' \leq \tau \leq s''\}$ .

$S'$  и  $S''$  – нижняя и верхняя граница показателей качества.

Непересекающиеся подпространства  $\Xi^*$  и  $\Xi^-$  составляют полное технологическое пространство  $\Xi$ .

На рис. 1. для двумерного случая проиллюстрированы  $\Xi^*$  подпространство и  $\tau_y^+$  подпространство, образованные двумя факторами технологии и двумя показателями качества, и возможные варианты сочетания технологии и выходных свойств [1–9].

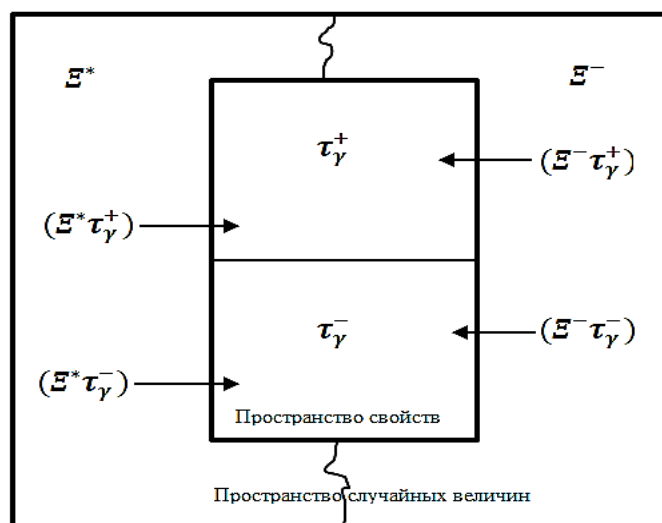


Рис. 1. Пространство из двух случайных величин и двух выходов

Поскольку для технологического подпространства  $\Xi^*$  возможны два варианта событий: обеспечение требуемых выходных свойств, т.е. попадание в подпространство  $\tau_y^+$  (обозначим эту ситуацию  $\Xi^*, \tau_y^+$ ) и – в подпространство  $\tau_y^-$  ( $\Xi^*, \tau_y^-$ ), получаем, что вероятность

$$P(\Xi^*) = P(\tau_y^+ / \Xi^*) + P(\tau_y^- / \Xi^*).$$

Аналогично:  $P(\Xi) = P(\tau_y^+ / \Xi) + P(\tau_y^- / \Xi).$

Для получения математической модели и последующей программной реализации управляющих алгоритмов, использующих в качестве исходных данных

конечную выборку экспериментальной информации, вероятности заменяются на относительные частоты. Каждая из таких частот равна отношению количества опытов из всего объема, попавших в исследуемое подпространство (например, в  $\Xi^*$  подпространство), ко всему объему. Четыре возможных события образуют полную систему возможных исходов:

$$P(\tau_{\gamma}^+ / \Xi^*) + P(\tau_{\gamma}^+ / \bar{\Xi}) + P(\tau_{\gamma}^- / \Xi^*) + P(\tau_{\gamma}^- / \bar{\Xi}) = 1.$$

Изменение границ приводит к изменению подпространств  $\Xi^*$  и  $\Xi^-$ , а следовательно, и вероятностей  $P(\tau_{\gamma}^+ / \Xi^*), P(\tau_{\gamma}^+ / \bar{\Xi}), P(\tau_{\gamma}^- / \Xi^*), P(\tau_{\gamma}^- / \bar{\Xi})$ .

Таким образом, задачу оптимизации технологии можно сформулировать как выбор такой технологии, для которой  $P(\Xi^*, \tau_y^+)$  будет стремиться к  $P(\Xi^*)$ , а  $P(\Xi^*, \tau_y^-)$  будет близка к нулю, т.е. необходимо найти такие границы технологических факторов, выполнение технологии в рамках которых позволит с максимальной вероятностью получать выходные параметры, отвечающие требованиям стандартов.

### ***Список литературы***

1. Корнеев А.М. Адаптация технологических режимов в сложных производственных системах / А.М. Корнеев, Г.М. Аль-Сабри, А.М. Наги, Ф.А. Аль-Сайди // Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2015. – №1. – С. 48–53.
2. Корнеев А.М. Стратегия поиска оптимальных технологических режимов в дискретных клеточно-иерархических системах / А.М. Корнеев, Т.А. Сметанникова, Г.М. Аль-Сабри, А.М. Наги // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №2–2.
3. Корнеев А.М. Поиск оптимальных режимов функционирования сложных промышленных систем / А.М. Корнеев, Г.М. Аль-Сабри // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – №9–2. – С. 233–236.
4. Корнеев А.М. модели зависимости показателей, не имеющих количественной меры, от технологических величин / А.М. Корнеев, Г.М. Аль-Сабри,

В.В. Омелянчук // Фундаментальные исследования. – 2016. – №3–3. – С. 501–504.

5. Korneev A.M. The optimal strategy for adapting technological regimes in discrete systems / A.M. Korneev, G.M. Al-Sabry, F.A. Al-Saeedi // Proceedings of the 4rd International Academic Conference «Applied and Fundamental Studies». – Vol. I, St. Louis, Missouri, USA, 2013. – P. 264–267.

6. Korneev A.M. The analysis of technological trajectories based on the tree construction / A.M. Korneev, F.A. Al-Saeedi, G.M. Al-Sabry, A.M. Nagi // International Scientific Journal, Theoretical & Applied Science. «Modern Mathematics in Science», Martigues. – France, 2014. – №9. – P. 46–49.

7. Korneev A.M. Blocks of structural modeling and search optimization discrete cell-hierarchical systems using computer information processing techniques / A.M. Korneev, F.A. Al-Saeedi, G.M. Al-Sabry, A.M. Nagi // International Scientific Journal, Theoretical & Applied Science. «Modern Mathematics in Science», Caracas. – Venezuela, 2014. – №6. – P. 14–17.

8. Korneev A.M. Modeling of complex technological processes via polynomial zhegalkin / A.M. Korneev, F.A. Al-Saeedi, G.M. Al-Sabry, T.A. Smetannikova, A.M. Nagi // International Scientific Journal, Theoretical & Applied Science. «technologies in science» Birmingham. – United Kingdom, 2014. – №12. – P. 90–93.

9. Korneev A.M. Building a Managing system of complex production processes / A.M. Korneev, F.A. Al-Saeedi, G.M. Al-Sabry, A.M. Nagi // International Scientific Journal, Theoretical & Applied Science. «Modern Mathematics in Science», Martigues. – France, 2014. – №9. – P. 50–53.