

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОДБОР ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КООПЕРАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

THE AUTOMATED SELECTION OF THE ENTERPRISES FOR THE TECHNOLOGICAL COOPERATION INTERACTION IN THE TEXTILE INDUSTRY

В.И. ДЕНИСЕНКО, Н.А. ТИХОНОВ
V.I. DENISENKO, N.A. TIKHONOV

(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)
(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs)
E-mail: denisenkovi-vshu@yandex.ru

Классифицированы алгоритмы подбора предприятий для кооперационного взаимодействия на этапе технологической подготовки производства. Обоснован алгоритм создания системы автоматизированного подбора предприятий для образования кооперационных связей с помощью сетей Петри. Разработан гибридный алгоритм балансировки производственных линий на основе эволюционной оптимизации.

Algorithms of selection of the enterprises for cooperation interaction at a stage of technological preparation of manufacture are classified. The algorithm of creation of system of the automated selection of the enterprises for formation of cooperation communications with the help of networks Petri is proved. The hybrid algorithm of balancing of industrial lines on the basis of evolutionary optimization is developed.

Ключевые слова: сети Петри, кооперация, автоматизация, формализация, гибридный алгоритм.

Keywords: networks Petri, cooperation, automation, formalization, hybrid algorithm.

В процессе структурной перестройки текстильной промышленности необходимо пересматривать не только вопросы ее технико-технологического перевооружения на основе современных технологий, но и обеспечения гибкости производства путем создания технологической кооперации специализированных предприятий. Такая кооперация должна обеспечивать как внутри-, так и межпроизводственные связи, сочетать различные этапы производства: сырьевого обеспечения, производства волокон, нетканых материалов и смесей, отделочного произ-

водства тканей, химического и ткацкого производства изделий [1]. А формирование кооперационного взаимодействия является составляющей системы технологической подготовки, в частности, планирования.

Для планирования нужно создать алгоритм построения кооперационных связей между производственными предприятиями. Это требует решения задачи выбора математического аппарата для описания скооперированного специализированного производства и определения алгоритма для подбора предприятий.

Первая задача сводится к обеспечению на скооперированных предприятиях слаженного и ритмичного хода всех производственных процессов с целью наибольшего удовлетворения основных потребностей рынка, рационального использования имеющихся экономических ресурсов и максимизации получаемой прибыли. Алгоритм создания кооперационного взаимодействия должен быть адаптирован к условиям автоматизации процесса планирования [2].

С позиции моделирования технологического процесса скооперированного производства возникают ситуации, когда образуются очереди заявок (требований) по изделиям или комплектующим на обслуживание. Поступив в обслуживающую систему, требование присоединяется к очереди других ранее поступивших требований. Из указанной очереди выбирается одно требование для обслуживания. После завершения процедуры обслуживания требования система приступает к выполнению следующего задания, если таковое имеется в блоке ожидания. Цикл функционирования структуры подобного рода повторяется многократно в течение всего периода работы обслуживающей системы. Предполагается, что переход системы на обслуживание очередного требования происходит мгновенно, в случайные моменты времени.

Для расчета системы желательно получить аналитическую формулу исходящего потока для каждого предприятия. Однако такие формулы сложны и весьма трудоемки для вычисления. Использование аналитических методов ограничивается также необходимостью учета таких характеристик системы, как номенклатура, заданный маршрут обработки конкретного изделия, технологические ограничения, дисциплина обработки, групповые операции, групповое поступление изделий и другие. Следовательно, аналитический метод описания скооперированного производства нецелесообразен.

Рассматриваемая задача планирования скооперированного производства составляет класс динамических дискретных сетей. Решение подобных задач выполняется при помощи сетей Петри [3]. В маркированных сетях в позициях находятся маркеры, способные перемещаться по сети. Для выделения маркеров предприятий n -группы и использования ими собственных признаков применяют модификацию классических сетей Петри – раскрашенные сети (или цветные сети) Петри. Это позволяет разделять маркеры на группы относительно выполняемых технологических операций.

Подобная модель технологической цепочки на скооперированных предприятиях в виде сети Петри позволяет учитывать: возможность описания параллельных и последовательных процессов, выделение нескольких видов изделий, групповую обработку, ожидание выполнения операций, последовательность следования объектов, незавершенное производство.

Основным недостатком моделирования с использованием сетей Петри является отсутствие формальной аналитической зависимости при определении времени работы производственной линии скооперированного производства. Это делает невозможным поиск оптимума по соответствующему критерию эффективности классическими методами оптимизации. Но, учитывая отмеченные выше достоинства данного метода, можем применить цветные сети Петри с усовершенствованным алгоритмом подбора предприятий.

Переходим к решению второй задачи – определению алгоритма для подбора предприятий для создания кооперационных связей.

При решении сложных задач планирования, учитывающих множество реальных производственных факторов, используют различные методы [4], представленные в табл. 1 (оценка методов планирования по сравнительным признакам).

Таблица 1

Критерии	Область применения метода	Точность вычислений	Влияние субъективного фактора	Количество вариантов решений	Простота вычислений для персонала	Сумма баллов
Весовые коэффициенты	1	0,8	0,6	0,4	0,2	
Методы планирования	Баллы					
Ветвей и границ	2	3	4	3	4	8,8
Локальных улучшений	2	5	4	2	3	9,8
Эвристические методы	2	3	2	5	3	8,2
Эволюционных вычислений	4	3	4	3	3	11,8

Дадим экспертную оценку методов в баллах по различным критериям. Весовые коэффициенты критериев выбраны, исходя из важности для скооперированного производства.

На основе представленных в табл. 1 данных наилучшим методом для решения вышеуказанной второй задачи является метод эволюционных вычислений, имеющий существенное преимущество по критерию применимости.

Эволюционные вычисления реализуют приближенную оптимизацию. Они не гарантируют нахождение наилучшего решения. Поэтому для точной оптимизации

решений эволюционных вычислений применяется усовершенствованный гибридный алгоритм. Он заключается в сочетании эволюционных вычислений с методом поиска с помощью сетей Петри.

Рассмотрим пример применения сетей Петри для формирования комплекса кооперационных связей в текстильном производстве.

На рис. 1 представлен гибридный алгоритм балансировки производственных линий (ПЛ), основанный на принципах эволюционной оптимизации [5], [6].

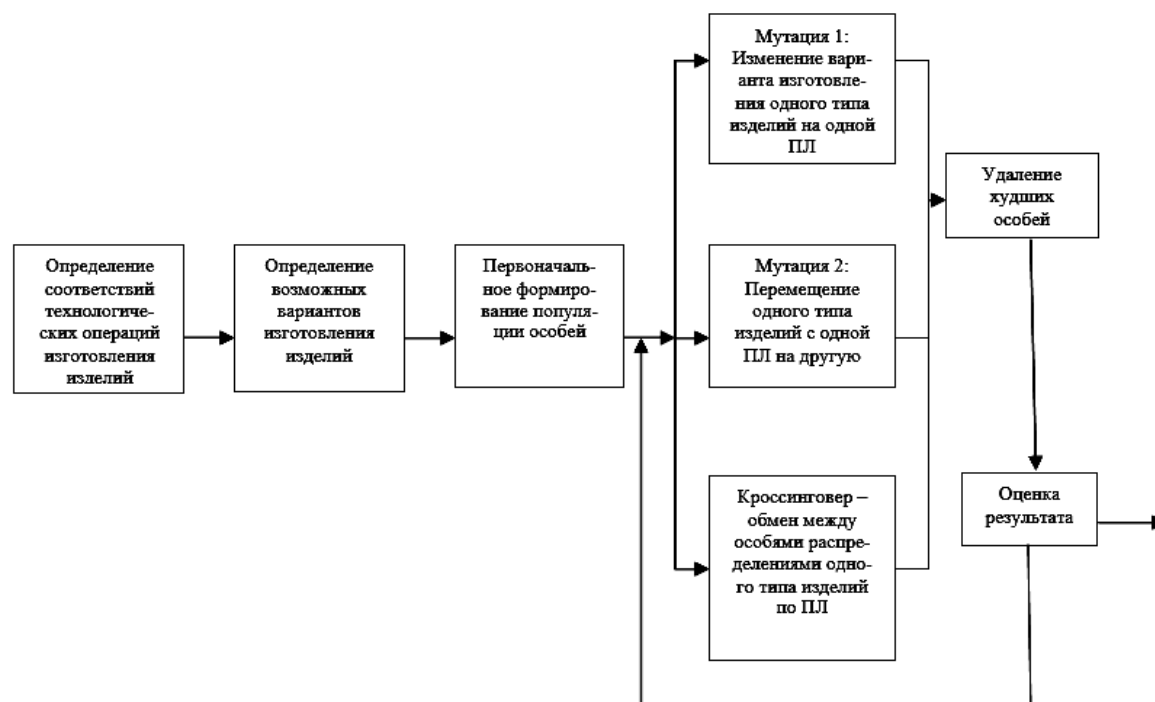


Рис. 1

В обобщенном виде решение задачи подбора предприятий для кооперационного взаимодействия посредством эволюционного алгоритма выглядит следующим образом [6].

Представим отдельную кооперационную связь в виде вектора ("хромосома"). Случайным образом создаем ряд векторов ("начальная популяция"). Они оцениваются с использованием "функции приспособленности", в результате чего каждый вектор приобретает конкретное значение ("приспособленность"), которое обуславливает эффективность связи, представленной данным вектором. Затем с использованием полученных значений приспособленности выбираем хромосомы родителей (селекция), допущенные к созданию связи. К выбранным связям применяем "генетические операторы", создавая таким образом следующий уровень взаимосвязей ("поколение"). Особи следующего поколения также оцениваются, затем производится селекция, применяются генетические операторы и т.д. Так моделируется "эволюционный процесс", продолжающийся несколько циклов, пока не будет достигнут критерий остановки алгоритма. Такими критериями могут быть: нахождение глобального, либо субоптимального решения; исчерпание числа поколений, отпущенных на эволюцию, а также время эволюции.

Можно выделить следующие этапы гибридного алгоритма.

1. Создание начальной популяции.
2. Определение функций приспособленности для особей популяции.
3. Выбор индивидов из текущей популяции (селекция).
4. Скрещивание и/или мутация.
5. Вычисление функций приспособленности для всех особей.
6. Формирование нового поколения.
7. Если выполняются заданные критерии, то цикл прекращается.

Таким образом, при применении гибридного алгоритма для создания технологической цепочки из скооперированных предприятий используются операторы,

которые могут быть формализованы для построения автоматизированной системы по подбору и управлению предприятиями текстильной промышленности.

ВЫВОДЫ

1. Определена математическая модель для описания скооперированной технологической цепочки предприятий текстильного производства. В качестве таковой выбрана и обоснована модель на основе сетей Петри, а именно цветная сеть Петри.

2. Основными предпосылками успешной разработки систем автоматизированного подбора предприятий для образования кооперационных связей в текстильном производстве являются:

- описание технологической цепочки предприятий с помощью математического аппарата;

- выбор критериев эффективности для оценки создаваемой скооперированной системы;

- выбор алгоритма подбора предприятий для кооперации, поддающейся формализации;

- создание системы контроля на предприятиях, автоматически собирающей необходимые данные в удобной для обработки компьютером форме;

- создание единой информационной базы кооперационной системы предприятий;

- создание прикладной программы, обрабатывающей получаемые от предприятий данные в соответствии с алгоритмом подбора;

- интеграция управляющих систем предприятий с прикладной программой.

3. Разработанный алгоритм подбора предприятий для кооперационного взаимодействия на основе гибридной модели с эволюционными вычислениями отличается тем, что в нем использованы элементы маркированной сети Петри. Такой алгоритм поддается формализации, и может быть описан в прикладной компьютерной программе.

1. *Денисенко В.И.* Возможности и риски международной и территориальной кооперации и специализации производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности – 2014, №4. С. 141...145.

2. *Исаева М.В.* Автоматизация проектирования технологического процесса производства ткани в условиях многономенклатурного производства // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – М.: Научтехлитиздат, 2008, №2. С.10...12.

3. *Баранов А.А., Денисов А.Р., Левин М.Г.* Подсистема имитационного моделирования работы производственных линий // Управление большими системами. – М.: ИПУ РАН, 2008. Выпуск 21. С.173...185.

4. *Поликарпова Н., Герасименко А.* Методы решения труднорешаемых задач. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unsorted/approx-2004>.

5. *Панченко Т.В.* Генетические алгоритмы. – Астрахань: Издательский дом "Астраханский университет", 2007.

6. *Денисов А.Р., Баранов А.А.* Алгоритм балансировки производственных линий // Materialy IV mezinarodni vedecko-praktika conference "Veda: teorie a praxe - 2008". - Dil 13. Technicke vedy. Moderni informacni technologic - Praha: Publishing House "Education and Science", 2008. P. 71...75.

1. *Denisenko V.I.* Vozmozhnosti i riski mezhdunarodnoj i territorial'noj kooperacii i specializacii proizvodstva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti – 2014, №4. S. 141...145.

2. *Isaeva M.V.* Avtomatizacija proektirovanija tehnologicheskogo processa proizvodstva tkani v uslovijah mnogomenklaturnogo proizvodstva // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika. – M.: Nauchtehlitizdat, 2008. №2. S.10...12.

3. *Baranov A.A., Denisov A.R., Levin M.G.* Podsystema imitacionnogo modelirovanija raboty proizvodstvennyh linij // Upravlenie bol'shimi sistemami. – M.: IPU RAN, 2008. Vypusk 21. S.173...185.

4. *Polikarpova N., Gerasimenko A.* Metody reshenija trudnoreshaemyh zadach. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unsorted/approx-2004>

5. *Panchenko T.V.* Geneticheskie algoritmy. – Astrahan': Izdatel'skij dom "Astrahanskij universitet", 2007.

6. *Denisov A.R., Baranov A.A.* Algoritm balansirovki proizvodstvennyh linij // Materialy IV mezinarodni vedecko-praktika conference "Veda: teorie a praxe - 2008". - Dil 13. Technicke vedy. Moderni informacni technologic - Praha: Publishing House "Education and Science", 2008. P. 71...75.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга. Поступила 09.07.15.