**Варианты развития задачи**

**1. Сложные технологические карты**

**Условие и ограничения на входные данные задачи**. Входные данные задачи задаются аналогично базовой задаче, но технологические карты задаются в новом формате, как список технологических связей в цепочке (который также может рассматриваться как список ребер направленного графа). Например, , где – машины в технологической карте (которые в программе представляются как целые числа – номера машин). При этом должны соблюдаться правила:

* Машины без «входящих» связей – являются стартовыми машинами в цепочке; машины без «исходящих» связей – заключающими, после которых продукция считается готовой. Допустимо иметь несколько стартовых и завершающих машин в цепочке. При этом будем считать, что все стартовые машины одной конкретной цепочки начинают свою работу в один и тот же квант; все завершающие машины должны заканчивать производство так же в один и тот же квант. (Эти условия могут быть ослаблены без серьезного изменения модели в целом путем модификации программы)
* Все «сходящиеся» узлы должны «сходиться» в одно и то же время. Иными словами, если продукция до какой-то машины в цепочке может прийти несколькими различными путями, время на обработку этой продукции по всем этим путям должно в точности совпадать. (Ослабление условия требует серьезного изменения модели и алгоритмов программы).
* В производственном графе недопустимы петли, циклы, несколько одинаковых ребер.

**2. Новые типы машин**

**2.1 Машины с интервальным и неопределенным методами производства**

Машина интервального типа – это машина, которая имеет не фиксированное время производства, но вместо этого время производства может быть выбрано как любое целое из отрезка . Машина неопределенного типа – это частный случай машины интервального типа, для которой (на практике время производства, разумеется, ограничено временем, остающимся до дедлайна продукта). Данные типы машин могут быть представлены в рамках задачи со сложными технологическими картами.

**2.2 Машины конвейерного типа.**

Машина конвейерного типа – это машина, которая может загружать продукцию постепенно небольшими партиями, и обрабатывать одновременно несколько пулов продукции. Будем считать, что машина конвейерного типа имеет следующие характеристики: мощность – максимально допустимое количество продукции, которое машина может обрабатывать одновременно; максимальный размер партии – количество продукции, которое такая машина может принять за раз; промежуток между приемами партий – количество квантов, один раз в которое можно загружать в машину очередную партию; и время производства – аналогично обычным машинам, время в квантах для завершения операции над пулом продукции.

**2.3 Машины смешанного типа**

Машины смешанного типа физически могут быть представлены как конвейер с некоторым промежуточным складом. Машины данного типа разделяются на два вида: машина с конвейерным выпуском и машина с конвейерным приемом, их моделирование для задачи ЛП различается.

**Машина с конвейерным приемом**

Данный тип машины можно рассматривать как конвейер с возможностью хранить уже обработанную продукцию на некотором промежуточном складе. При этом в данной модели считается, что продукция может храниться на складе неограниченное время; максимальное количество продукции, которая может храниться на складе, задается мощностью машины ; брать продукцию со склада и передавать дальше по технологической цепочке можно только полностью, брать часть продукции не допускается (это ограничение может быть легко ослаблено). Машина обладает также следующими характеристиками (аналогичными конвейерной машине): количество квантов , раз в которое можно нагружать машину очередной партией, максимальный размер партии и время обработки одной партии продукции до готовности .

**Машина с конвейерным выпуском.**

Машина с конвейерным выпуском в целом похожа на машину с конвейерным приемом, и может также быть рассмотрена как конвейер с промежуточным складом (на который поступает продукция для обработки). Машина получает пул продукции на склад (размером не больше мощности машины ), и затем начинается обработка этой продукции: не чаще, чем каждые квантов времени со склада берется партия размера не более чем и начинает обрабатываться. Каждая партия требует квантов времени для завершения, после чего она немедленно передается дальше по технологической цепочке. Для машины необязательно брать продукцию с промежуточного склада точно раз в , возможно делать бльшие промежутки в этом процессе; однако машина не может принимать на склад новую партию продукции до тех пор, пока она полностью не закончила работу с предыдущей (при необходимости это правило также может быть ослаблено).