Решению задачи обработки партий посвящены работы [1-5]. Особенностью этих работ является то, что изложенные в них методы обеспечивают построение решений обработки партий в химическом (фармацевтическом, полимерном и т.д.) производстве, то есть в производстве, которое является непрерывным. Требование (характеристика) непрерывности производства формируется в частности в работе [2] в виде временного ограничения, предполагающего, что время простоя обрабатываемых элементов (материалов) между двумя соседними операциями отсутствует (в границах одной партии время окончания предыдущей операции является моментом времени начала следующей). В данных работах размеры партий представляют собой объемы материалов, которые участвуют в процессе обработки (материалы, участвующие в технологическом процессе получения некоторых продуктов). При этом объемы (размеры) партий определяются способами получения заданного количества конечного продукта (количеством продуктов), а не с точки зрения эффективности использования технологического оборудования. Впоследствии для задаваемых таким образом размеров партий различных материалов выполняется выделение необходимых для их обработки ресурсов. То есть (с точки зрения планирования) решается задача распределения работ (операций по обработке партий материалов) по имеющимся ресурсам.

Описанию постановки задачи построения расписаний обработки партий в химическом производстве и особенностям технологического процесса обработки, которые должны быть учтены при формировании решений посвящается работа [1].

Задача обработки партий должна рассматривать в качестве характеристик:

* обрабатывающее оборудование;
* обрабатываемые материалы, для получения некоторых продуктов;
* интервалы времени (ограничения, накладываемые на интервалы времени, в течение которых должны быть выпущены заданные объемы продуктов), определяемые в соответствии со спросом на продукты – результаты технологических процессов.

Указывается, что особая сложность при планировании связана с топологией связей в обрабатывающей системе:

* последовательная обработка с одним обрабатывающим прибором на каждой стадии;
* последовательная обработка с несколькими проборами, работающими на различных стадиях.

При этом последовательность прохождения партиями стадий в системе задается способом обработки материалов для получения конечного продукта. Таким образом, топология связей между блоками в последовательной системе (одиночные либо множественные приборы на каждой стадии), способы обработки материалов (соответственно, траектория прохождения партиями приборов в системе) являются основными характеристиками, влияющими на сложность получения решений. Так же дополнительными характеристиками, влияющими на сложность формирования решений, являются способы (политика) промежуточного хранения (FIS), режим ожидания задачами начала обработки (FW) и другие характеристики.

В соответствие с введенными в рассмотрение характеристиками и особенностями технологических процессов обработки партий, выполнена классификация моделей (методов) оптимизации построения решений. Первая категория методов предполагает совместную оптимизацию количества, размеров партий и их распределения по обрабатывающим приборам (ресурсам). Однако модели этого типа имеют большую размерность, их использование ограничено малым количеством операций (малым количеством обрабатывающих приборов), выполняющиеся для малого количества продуктов. Вторая категория моделей предполагает, что количество и размеры партий задаются заранее (определяются в соответствии со спросом, с требованием максимизации прибыли), а методы реализуют распределение партий (работ) по обрабатывающим приборам.

В работе [2] вводиться в рассмотрение модель, соответствующая первому классу моделей, определенному в [1]. Модель с непрерывным временем содержит в себе тридцать один вид ограничений, основными видами которых являются:

* ограничение на суммарную загрузку каждого вида оборудования (с увеличением количества ресурсов количество ограничений данного вида растет);
* ограничение на возможный объем (размер) партий обрабатываемых материалов (при увеличении количества партий количество ограничений данного вида тоже растет);
* ограничение на баланс массы;
* требование завершения начавшейся операции по обработке партий на j-ой единице оборудования (количество ограничений растет при увеличении числа партий);
* и т.д.

На основе введенных моделей с использованием аппарата целочисленного линейного программирования определяются как эффективные размеры партий (объемы материалов), обрабатываемых технологическими процессами, так и эффективное распределение этих партий по ресурсам (обрабатывающим приборам).

Анализ сформулированной в [2] модели позволяет сделать вывод о том, что увеличение размерности задачи (увеличение количества типов и объемов обрабатываемых материалов, увеличение числа обрабатывающих партии ресурсов, увеличение горизонта планирования) не позволяет получить решение задачи за ограниченное время на ограниченных вычислительных ресурсах. То есть приведенный метод позволяет рассматривать узкий класс индивидуальных задач с ограниченными значениями входных параметров.

Развитию второго подхода к построению моделей и методов определения эффективной обработки партий в непрерывном производстве (химическом производстве) посвящены работы [3-5]. В частности, в работе [3] описывается подход к эффективному распределению партий, размер которых является заданным, по обрабатывающим приборам системы. При этом, так же как и в работе [2], для определения эффективных решений используется аппарат целочисленного линейного программирования. В работе отмечается, что в связи с использованием целочисленного линейного программирования, увеличение размерности задачи приводит к невозможности получить решение за ограниченное время (несмотря на то, что размеры обрабатываемых партий (объемов материалов) являются заданными). Также указывается, что решения могут быть получены для достаточно узких диапазонов значений входных параметров, ограничивающих:

* количество обрабатываемого материала;
* количество партий;
* длительность интервала планирования.

На примере полимерного завода рассматривается построение решения задачи планирования обработки материалов. При этом технологический процесс обработки ограничивается тремя стадиями, общая масса обрабатываемых материалов задается равным 10-15 тоннам (указывается значение в 20т, превышение которого не позволит получить решение за ограниченное время). В качестве решения формируются:

* порядок производства различных конечных продуктов (порядок обработки исходных материалов в технологическом процессе), объемы партий задаются в соответствии со способами получения продуктов;
* распределение блоков (устройств обработки) технологического процесса для реализации соответствующих технологических цепочек;
* моменты времени начала обработки для каждого продукта.

Таким образом, даже при условии, что размеры партий являются заданными, увеличение размерности задачи (увеличение количества партий, массы обрабатываемых материалов, количества обрабатывающих приборов, интервалам планирования и т.д.) не позволяет получить решение задачи за ограниченное время (при большой размерности задача является неразрешимой за ограниченное время с использованием метода целочисленного линейного программирования).

Применению метода ветвей и границ для определения решений по распределению между ресурсами (обрабатывающими приборами) партий материалов в химическом производстве посвящается работа [4]. При этом в работе обосновывается метод совместного расписания двух задач – непосредственно построение расписания обработки партий материалов, а так же управления теплообменом при производстве продуктов. Как и в предыдущей работе, решение формируется для ограниченного количества стадий обработки (4 стадии) при малом количестве получаемых продуктов (3 продукта) из обрабатываемых материалов. Так же заданными являются и размеры партий материалов, обрабатываемых в системе (размеры определяются в соответствии со спросом на получаемые продукты). Итоговое расписание содержит стадии непосредственной обработки материалов и стадии теплообмена (нагрева либо охлаждения материалов).

Таким образом, рассматриваемый подход к управлению обработкой материалов (к формированию расписаний обработки партий материалов) и управлению теплопередачей для обработки материалов, использующий метод ветвей и границ для поиска решений, может быть использован только в случае заданных размеров партий, ограниченного количества стадий обработки и количества получаемых продуктов. Предлагаемый способ определения расписаний предполагает распределение сформированных партий между ресурсами (выделение ресурсов сформированным партиям) и не предусматривает оптимизацию размера партий с точки зрения эффективности использования ресурсов.

Развитие метода, связанного с распределением партий, размер которых предварительно определен, между имеющимися ресурсами системы, содержится в работе [5]. В этой работе исследуется применение аппарата генетических алгоритмов и программирования в ограничениях. При этом в задаче задаются временные ограничения, предполагающие, что время простоя между двумя соседними операциями при обработке одной партии (каждой из партий) отсутствует (для каждой партии момент времени окончания предыдущей операции является моментом времени начала следующей). Тем самым задается режим ожидания (FW) при обработке партий. Так же является задаваемой политика промежуточного хранения (FIS) Политика хранения предполагает, что имеющиеся мощности ресурсов должны обеспечивать хранение партий материалов перед выполнением операций (хранение партий выполняется на той же стадии, которая реализует её обработку). Для контроля по выполнимости ограничений по FW и FIS в рассмотрение введены иерархические функции. Данный способ предполагает, что в случае нарушения какого-либо из ограничений соответствующее значение штрафа прибавляется к значению целевой функции, характеризующего текущее решение.

Таким образом, рассматриваемый в [5] подход по формированию расписаний обработки партий на имеющихся ресурсах системы (по распределению обрабатываемых партий между ресурсами) не предполагает оптимизацию размера партий материалов. То есть задача определения размеров партий данных с точки зрения эффективности использования оборудования системы в этой работе так же не решается.