

# МОДУЛЬНО-ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОБЕСПЕЧЕНИЕМ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ ШАХТ

135-140

Бессараб В.И., канд. тех. наук, доц., Лямцева И.В., аспирант,  
Донецкий государственный технический университет

*Разработана иерархическая схема системы управления ресурсами основных производственных участков угольных шахт с разделением задач при оптимизации и управлении.*

*The hierarchical block diagram of a control system of resources of basic industrial sites of collieries with separation of the tasks is developed with optimization and control.*

Непрерывность производственного процесса на угольных предприятиях невозможна без своевременного ресурсообеспечения. Критерий оптимального обеспечения ресурсами состоит в минимизации простоев производственных участков при ограничениях на затраты по управлению процессом, транспортировке и хранению ресурсов.

Под затратами на управление  $Z_{упр}$  подразумеваются затраты на разработку программного и аппаратного обеспечения систем планирования и учета, зарплата задействованного персонала и его обучение, затраты на покупку новой или усовершенствование имеющейся технической и компьютерной базы. Затраты на транспортировку  $Z_{тр}$  включают расходы, связанные с доставкой материалов на склады шахты и непосредственно на производственный участок. Под затратами на хранение  $Z_{хр}$  понимают издержки, связанные с содержанием складских помещений, организацией охраны, порчей материалов и т.д.

Тогда минимизация шахтных расходов  $Z_{ш}$ , связанных с ресурсообеспечением, рассматривается в виде критерия

$$Z_{ш}(Z_{тр}, Z_{хр}, Z_{упр}) \rightarrow \min \quad (1)$$

Задача относится к верхнему уровню иерархической системы управления (рис. 1).

На двух нижних уровнях минимизируются затраты по управлению ресурсами непосредственно при протекании производственного процесса на  $i$ -том участке, где определяющую роль играют горно-геологические, технические, организационные условия добычи (подготовительных работ), распределение нагрузок между участками. Задача состоит в снижении расходов на ресурсообеспечение с учетом вышеизложенных факторов

$$Z_i(D_i(ПП_i), \alpha_i, \beta_i, \gamma_i) \rightarrow \min \quad (2)$$

$D_i(ПП_i)$  - факторы, характеризующие величину добычи (план прохождения выработки)  $i$ -го участка;

$\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  - факторы, характеризующие влияние горно-геологических, технических и организационных возмущений.

Проблеме управления ресурсообеспечением посвящено много работ. Их анализ показывает, что большинство имеющихся работ посвящено оптимизации ресурсообеспечения только на уровне материального снабжения [1]; модели и методы моделирования носят либо стохастический абстрактный характер, не учитывающий взаимосвязи реальных физических процессов, либо детерминированный, не позволяющий отслеживать параметры и управлять объектом в реальном времени [2]; большинство методов основано на использовании среднестатистических значений влияющих факторов, накопленных за значительные периоды [3] без учета нестационарности процессов и оперативного влияния горно-геологических, технических и организационных возмущений на затраты материалов, энергии и т.д.

Для оперативного управления ресурсообеспечением производственных участков угольных шахт разработанные модели мало пригодны, так как они не отражают специфику производственного процесса и не дают оперативную оценку синхронно с протеканием самих процессов. В связи с этим возникает задача разработки новых адаптивных моделей, принципа и алгоритма оптимизации и оперативного управления, построения системы управления ресурсообеспечением основных производственных участков угольных шахт, свободных от указанных недостатков.

Предлагается многосвязная иерархическая система управления (рис. 1). Объектом (ОУ) является добычной или проходческий участок шахты. Ресурсообеспечение включает в себя материальное снабжение, энерго-, водоснабжение, вентиляцию, а также поддержание в ра-



бочем состоянии подземного шахтного транспорта и подъемной установки.

Для формального представления объекта предлагается выделить следующие модули:

а) для добычного участка:

- модуль модели угольного пласта  $M_{УП}$ ;
- модуль модели добычного комбайна  $M_{ДК}$ ;
- модуль модели механизированной крепи  $M_{МК}$ ;
- модуль модели управления кровлей  $M_{УК}$ ;
- модуль модели забойного конвейера  $M_{ЗКд}$ .

б) для проходческого участка:

- модуль модели проходческого забоя  $M_{ПЗ}$ ;
- модуль модели крепления выработок  $M_{КВ}$ ;
- модуль модели проходческого комбайна  $M_{ПК}$ ;
- модуль модели забойного конвейера  $M_{ЗКп}$ ;
- модуль модели дополнительных работ  $M_{ДР}$  (прокладка кабелей, вентиляционных, водопроводных труб, наращивание рельсов, конвейера и т.д.)

Информационно-технологический (нижний) уровень представлен комплексом добычных и проходческих участков шахты, а также моделями обслуживающих подсистем - обеспечения материалами (МСОМ), энергоснабжения (МСЭС), подземного транспорта и подъемной установки (МСПТ), обязательных технологических процедур (МСОТП), включающей водоотлив, орошение, вентиляцию и другие. Входными величинами для производственных модулей являются выходы данных моделей, формирующие вектор управления для объекта.

Следующий уровень является управляющим и оптимизирующим показатели потребности в ресурсах производственных участков шахты. Включает модели системы управления запасами (МСУЗ) и системы распределения ресурсов между производственными единицами (МСРР).

Задача МСУЗ заключается в поддержании оптимального уровня запаса материалов на складах шахты. Второй уровень относится к сфере оптимального управления распределением ресурсов для производственных участков. На основании информации о первичных параметрах производственных участков на начало каждой смены, а именно о техническом состоянии оборудования, способе крепления, технологии, количестве рабочих в бригадах, параметрах  $M_{УП}$  и  $M_{ПЗ}$ , а

также нормах расхода материалов, прогнозируется потребность в ресурсах (критерий (2)) для каждой производственной единицы (добычной и проходческий участки).

Третий (верхний) уровень относится к сфере управления ресурсообеспечением на уровне всего угольного предприятия и представлен моделью системы оптимизации поставок (МСОП) и моделью системы оптимизации затрат (МСОЗ) согласно критерию (1). На данном уровне предполагаются организационные структурные управления, связанные с изменением технологии, экономном использовании материальных, водо-, энергоресурсов, заключением договоров с поставщиками, сокращением складских помещений и т.д.

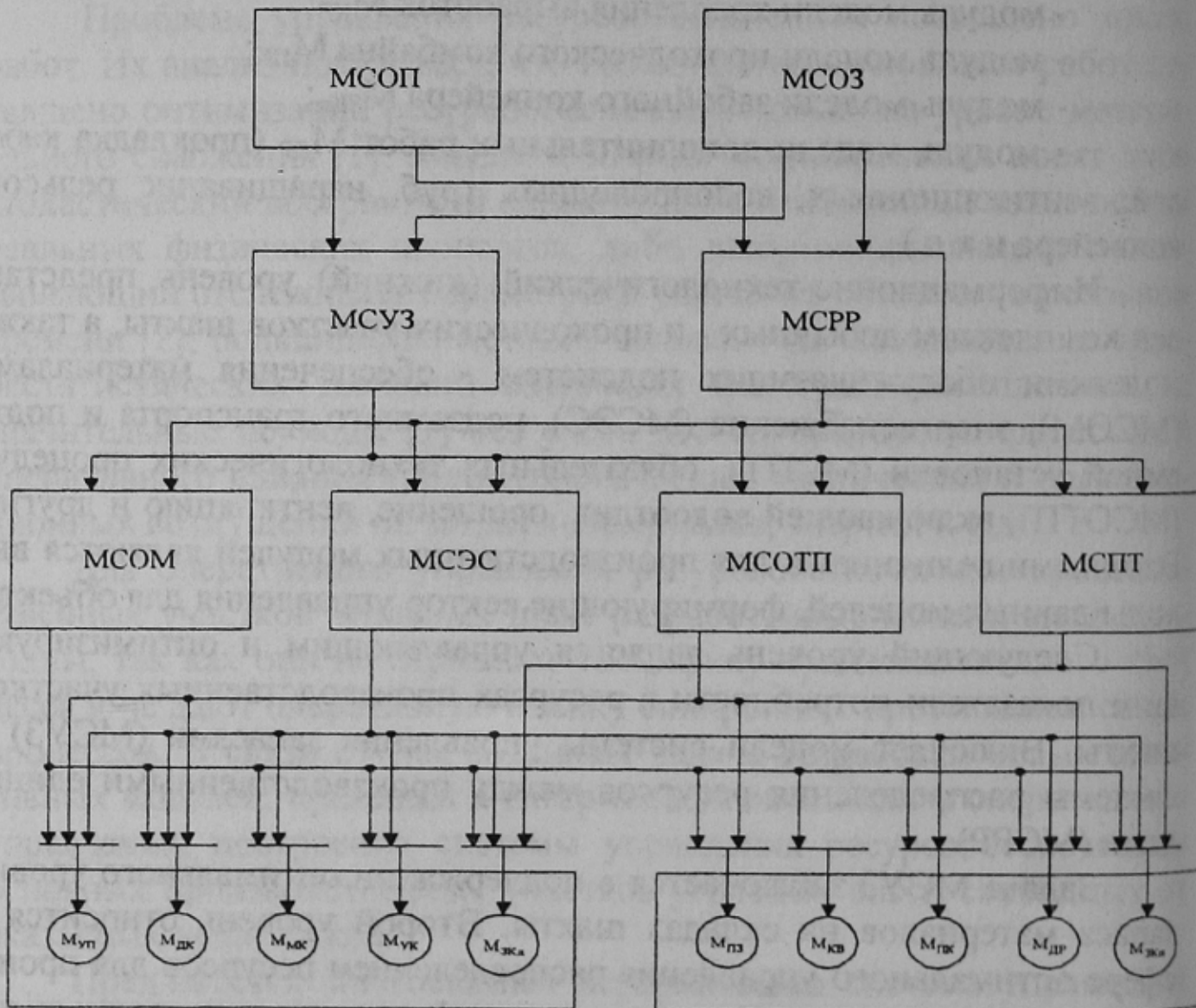


Рисунок 1 - Иерархическая структурная схема системы управления ресурсообеспечением на угольном предприятии



В течение смены производственные модули (кроме  $M_{УП}$  и  $M_{ПЗ}$ ) могут находиться в двух режимах: "отказ" и "рабочее состояние". Отказ какого-либо из модулей приводит к остановке производственного процесса. Поскольку предугадать и предотвратить отказы практически невозможно, возникает необходимость в оперативном реагировании на возмущения технического, организационного и горно-геологического характера с помощью ситуационного подхода.

Поэтому предлагается система управления ресурсообеспечением, работающая в двух режимах (рис.2).

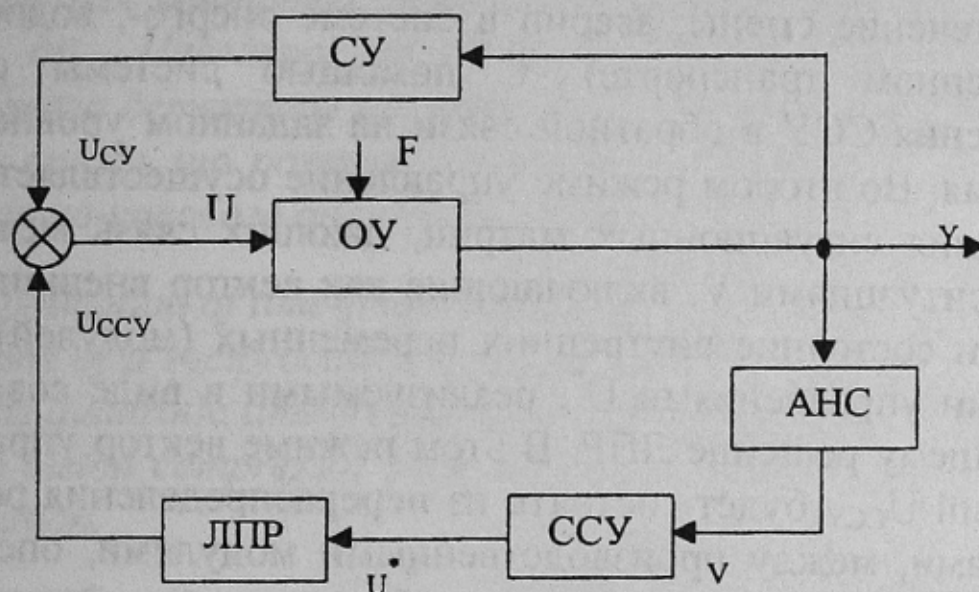


Рисунок 2 – Обобщенная структурная схема системы управления ресурсами

Вектор управления  $U$  включает в себя  $U_{МС}$  - материальное снабжение,  $U_{ЭВС}$  - энерго- и водоснабжение,  $U_{ВТ}$  - вентиляцию,  $U_{ТП}$  - функционирование в рабочем режиме подземного транспорта и подъемной установки.

Выходной вектор  $Y$  включает в себя  $Y_{Д}$  - добычу очистного участка,  $Y_{ПП}$  - план прохождения выработки.

Вектор возмущений  $F$  включает горно-геологические возмущения  $F_{ГГУ}$  (мощность пласта, плотность угля, газообильность, зольность угля, сопротивляемость угля резанию, управляемость кровлей), организационные  $F_{ОРГУ}$  (неукомплектованность бригад, ошибки при управлении), технические  $F_{ТУ}$  (отказы оборудования, обрывы кабелей, конвейерных лент и т.д.).

В первом режиме система управления (СУ) вырабатывает управляющие воздействия на основании прогнозных оценок первичных параметров производственных участков (см. выше).

Второй режим управления носит ситуационный характер. Для непрерывного слежения за состоянием производственных модулей служит анализатор нештатных ситуаций АНС, аналог наблюдателя в динамических системах. На вход АНС поступает сигнал с объекта ОУ о возникновении нештатной ситуации (отказ оборудования, обрушение кровли, изменение горно-геологических и климатических условий в течение смены, аварии в системе энерго-, водоснабжения, на конвейерном транспорте). С помощью системы ситуационного управления ССУ в обратной связи на заданном уровне распознается ситуация. Во втором режиме управление осуществляется путем формирования ситуационных матриц, дающих связь между возникающими ситуациями  $V$ , включающие как вектор внешних возмущений  $F$ , так и состояние внутренних переменных (модулей), и альтернативными управлениями  $U^*$ , реализуемыми в виде совета лицу, принимающему решение ЛПР. В этом режиме вектор управляющих воздействий  $U_{ССУ}$  будет состоять из перераспределения ресурсов между участками, между производственными модулями, оперативной доставки необходимых материалов, оборудования, запасных частей, организационных мероприятий, ремонта и других.

Таким образом, предложена иерархическая система обеспечения ресурсами основных производственных участков угольных шахт с разделением задач при оптимизации и управлении. Декомпозиция задачи ресурсообеспечения повышает оперативность и точность решения на каждом уровне управления. Система управления, работающая в двух режимах (прогнозирования и ситуационном), обеспечивает минимизацию простоев производственных участков при ограничениях на затраты по управлению процессом, транспортировке и хранению ресурсов.

Список источников.

1. Беляев Ю.А. Автоматическое оптимальное оперативное управление запасами предприятий. - М.: МИНХ, 1989. - 228 с.
2. Рубальский Г.Б. Управление запасами при случайном спросе (модели с непрерывным временем). - М.: "Сов. радио", 1980. - 160 с.
3. Мельник М.М. Экономико-математические методы и модели в планировании и управлении материально-техническим снабжением. - М.: Высшая школа, 1990. - 208 с.