

К.И. Шведов**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛНОГО ЦИКЛА ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРАХ**

В настоящее время на рынке все больше преобладает не ценовая конкуренция, а конкуренция, ориентированная на потребителей. В условиях, когда цены становятся приблизительно одинаковыми, выбор потребителей останавливается на качестве конечной продукции – многофакторном показателе, зависящем от совокупной эффективности элементов технологической цепочки. В частности, при логистическом планировании комплексной механизации горных работ на карьерах пути повышения качества отдельных технологических процессов, например, погрузка, перемещение и складирование породы (руды), определяются созданием комплексно-автоматизированных предприятий с программным управлением процессами. Одна из проблем модернизации горного производства, за счет комплексной механизации, заключается в сложности тесной увязки и интеграции технологических процессов. Для решения этой задачи был разработан специальный модульный программный комплекс. Каждый модуль служит для решения определенных задач в рамках одного элемента технологической системы. Такой модуль может выступать и как полностью независимая система. Это позволяет выбирать только необходимые модули для обеспечения эффективности автоматизации и удешевления процесса внедрения.

Ключевые слова: комплексная механизации, открытые горные работы, автоматизация, информационные модули, сеть Петри.

В перспективе до 2015 г. интенсивность объемов добычи сырой руды наиболее крупных железорудных комбинатов стран СНГ планируется достичь 539 млн т железорудного сырья [1].

Реализация подобных планов возможна только при технической модернизации карьерного оборудования, оптимизации логистических схем и их элементов в комплексном управлении качеством продукции.

Современные исследования в области совершенствования технологии выемочно – погрузочных работ на карьерах связаны с оптимизацией технологических процессов за счет учета логистических, экономических и ряда других показателей, например, эргономических [2].

Факторный анализ интеграции информационных технологий в технологические процессы открытых горных работ выявил наиболее проблемные

области – выемочно-погрузочные и транспортные циклы [3].

Анализ надежности применяемого экскаваторного парка в конкретных условиях эксплуатации показывает на высокую долю отказов электромеханического оборудования (50–70% от их общего количества). Это связано с работой в сложных климатических и горно-геологических условиях и не всегда отвечает требованиям безопасности по некоторым эксплуатационным параметрам, влияющим как на производительную работу, так и на здоровье машиниста экскаватора (утомляемость при управлении рабочими процессами, наблюдение за состоянием забоя и др.). Производительность выемочно-погрузочного оборудования циклического действия Q_c ($\text{м}^3/\text{смена}$) определяется с учетом использования его во времени, поэтому в организации таких работ имеется ряд проблем, к которым, прежде всего, нужно отнести:

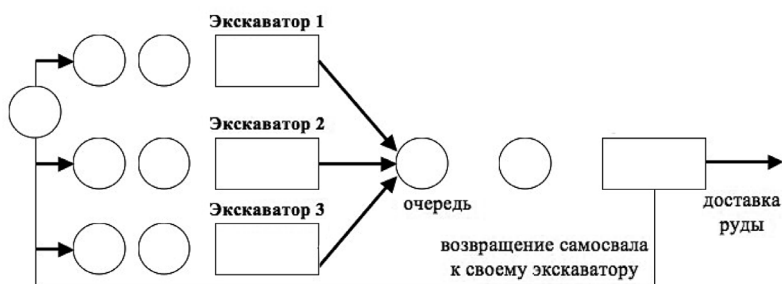


Рис. 1. Схема работы погрузочно-разгрузочной системы

1. Долгое время загрузки автосамосвалов.

2. Затраты на оплату простоев выемочно-погрузочной техники и транспортного звена (автосамосвалы, жд транспорт).

3. Отсутствие согласованности и слаженности в работе выемочно-погрузочной техники, ее правильной координации.

4. Отсутствие оптимизации маршрутов транспортирования, не учитывающих загруженность дорог, перекрытия, и т.п.

Главная причина большинства из перечисленных проблем состоит в сложности оптимизации цикла погрузочно-разгрузочных работ, транспортирование и складирование, и тесной интеграции этих процессов друг с другом.

Для реализации программного комплекса по решению этих проблем были выдвинуты следующие требования:

1. Получение и обработка информации в реальном времени.

2. Оптимальность. Поиск быстрого и короткого маршрута.

3. Время использования, производительность погрузочно-разгрузочной системы.

4. Снижение стоимости внедрения, упрощение системы, интеграция с другими системами автоматизации.

Учитывая эти требования, был разработан специальный модульный программный комплекс. Каждый модуль служит для решения определенных задач в рамках одной выемочно-по-

грузочной системы (рис. 1). Такой модуль может выступать и как полностью независимая система. Это позволяет выбирать только необходимые модули для обеспечения автоматизации и удешевления процесса внедрения.

В основу логики модульной системы лег анализ достижимости сетей Петри (Сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный мультиграф, состоящий из вершин двух типов – позиций и переходов, соединенных между собой дугами) [4, 5, 6].

На данный момент реализовано 3 модуля, каждый из которых решает свою задачу (рис. 2):

1. Решение задачи очередности подъезда грузовых автомобилей к экскаваторам в определенное время, с учетом времени движения очереди, скорости погрузки, степени загруженности и производительности экскаватора.

Входными параметрами для такого модуля служат: время движения машин, максимальная грузоподъемность, расход топлива и ряд других факторов, в том числе время погрузки экскаватора. Анализируя очередность подъезда машин, удастся избежать возможных простоев и эффективно распределять нагрузку между машинами, минимизируя издержки.

2. Решение логистических задач, связанных с доставкой руды по оптимальному маршруту в заданное место, в определенное время, в нужном количестве при оптимальном уровне издержек.

Входными параметрами для этого модуля служат: время и место доставки. Модуль получает всю дополнительную информацию в реальном времени, и позволяет прокладывать оптимальный маршрут, учитывая особенности трассы, перекрытия, указывая водителю время отправления, а также подбирает необходимый и имеющийся свободный транспорт.

3. Задача эффективного управления экскаватором. Такой модуль анализирует каждый подвижный узел экскаватора, степень загрузки, что поз-

воляет синхронизировать совместное движение узлов. Благодаря этому возможно движение экскаватора сразу в трех осях, что в значительной степени экономит время погрузочно-разгрузочных работ.

Входными параметрами служат не только подробные характеристики узлов экскаватора, информация о необходимом общем объеме загрузки, но и очередь грузовых автомобилей, требующих обслуживания, а также возможности максимальной загрузки каждого самосвала.

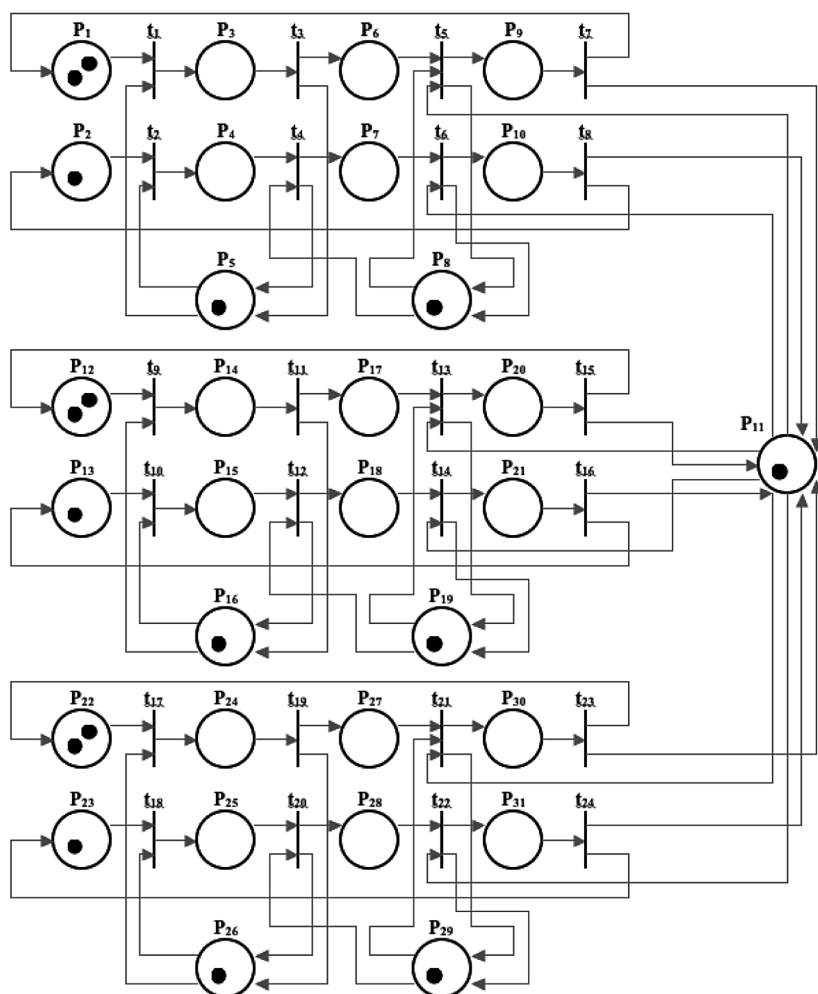


Рис. 2. Сеть Петри, моделирующая систему работы участка карьера с тремя экскаваторами

Эти три модуля тесно взаимодействуют между собой отсылая друг другу различную информацию в реальном времени: о степени загруженности, готовности или выходе из строя какого-либо «узла» (автосамосвал, экскаватор), и других форс-мажорных ситуаций, связанных с превышением нормальной работы

для автоматического и моментального перераспределения имеющихся «узлов» в единую эффективную систему.

Комбинация таких модулей позволит решить задачу автоматизации основных и вспомогательных процессов на современном этапе комплексной механизации открытых горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решетняк С.П., Самолазов А.В., Паладеева Н.И. Буровое и горнотранспортное оборудование железорудных карьеров России и стран СНГ // Горная Промышленность. – 2009. – № 5 (87). – С. 18–25.

2. Великанов В.С. Разработка алгоритмов нечеткого моделирования для интеллектуальной поддержки принятия решений по определению уровня эргономичности карьерных экскаваторов // Горная Промышленность. – 2011. – № 5 (99). – С. 64–73.

3. Гончаренко А.Н. Разработка методики интеграции информационных технологий в бизнес-процессы горнопромышленного предприятия. // Научный вестник МГГУ. – 2011. – № 11(20). – С. 17–24.

4. Федоров В.Н. Моделирование дискретных систем. – М.: МГУПИ, 2005. – 92 с.

5. Аносов В.Л., Черномаз В.Н. Имитационное моделирование. – Краматорск: ДГМА, 2007. – 156 с.

6. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М., 2006. – 1103 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Шведов Константин Игоревич – инженер-системотехник, специалист по внедрению информационных систем, e-mail: shvedovkonstantin.wd@gmail.com, ООО «ЦИТ Прогресс».

UDC 622:004

AUTOMATION OF FULL CYCLE GETTINGLOADING WORK ON IRON ORE QUARRIES

Shvedov K.I., Systems Engineer, Specialist in Introduction of Information Systems, e-mail: shvedovkonstantin.wd@gmail.com, CIT «Progress» Company, Moscow, Russia.

Now in the market not the price competition, and the competition focused on consumers prevails more and more. In conditions when the prices become approximately identical, the choice of consumers stops on quality of end products – the multiple-factor indicator depending on cumulative efficiency of elements of a technological chain. In particular, at logistic planning of complex mechanization of mining operations on quarries of a way of improvement of quality of separate technological processes, for example, loading, movement and warehousing of breed (ore) decide by creation complex the automated enterprises on program control by processes. One of problems of modernization of mining, due to complex mechanization, consists in complexity of close coordination and integration of technological processes. The special modular program complex was developed for the solution of this task. Each module serves for the solution of certain tasks within one element of technological system. Such module can act and as completely independent system. It allows to choose only necessary modules for ensuring efficiency of automation and reduction in cost of process of introduction.

Key words: complex mechanization, open mining operations, automation, information modules, Petri's network.

REFERENCES

1. Reshetnyak S.P., Samolazov A.V., Paladeeva N.I. *Gornaya promyshlennost'*. 2009, no 5 (87), pp. 18–25.
2. Velikanov V.S. *Gornaya promyshlennost'*. 2011, no 5 (99), pp. 64–73.
3. Goncharenko A.N. *Nauchnyi vestnik MGGU*. 2011, no 11(20), pp. 17–24.
4. Fedorov V.N. *Modelirovanie diskretnykh sistem* (Modeling of discrete systems), Moscow, MGUPI, 2005, 92 p.
5. Anosov V.L., Chernomaz V.N. *Imitatsionnoe modelirovanie* (Imitating modeling), Kramatorsk, DGMA, 2007, 156 p.
6. Khaikin S. *Neironnye seti: polnyi kurs* (Neural networks: full course), Moscow, 2006, 1103 p.