

Kozlov L.G. Mechatronic hydraulic system for a mobile machine

A mechatronic hydraulic system for mobile working machines is considered. The system is designed in Vinnytsia National Technical University on the basis of modern hydraulic components, produced by the leading developers of hydraulic equipment, and a controller. The designed hydraulic system includes a constant and a variable pumps, to which hydraulic cylinders are operatively connected through the system of sensors and the controller. The possibility of the cylinders simultaneous work on performing operations is provided. The proposed algorithm of the mechatronic system control ensures operative priority connection of the hydraulic cylinder, having the biggest diameter, to the pump with the largest displacement. The structure of power losses in a constant-flow hydraulic system on the basis of fixed-displacement pumps HШ-32А-3 and HШ-100А-3 of the part-excavator with blade "BOREX 2102" is determined as well as that in a mechatronic system on the basis of a fixed-displacement pump HШ-32А-3 and variable pump А10V0/3. It is shown that power losses in the mechatronic system could be significantly reduced by means of achieving correspondence of the pressures at the outputs of the constant and variable pumps to the load value at the actuators operating at the given moments as well as correspondence between the variable pump flow rate and flow rate consumed by the connected hydraulic cylinder.

Key words: mechatronic hydraulic system, variable pumps, proportional directional control valves, controllers.

Козлов Л.Г.,

к.т.н., професор кафедри технології та автоматизації
машинобудування, ВНТУ, м. Вінниця, Україна,
e-mail: osna2030@gmail.com.

Рецензент: д.т.н., проф. Поляков А.П.

УДК 656.22 (477)

**Короб Г.В., Чернышёв А.А., Шкандыбин Ю.А.,
Балицкая Т.Ю., Соснов Н.Ю.**

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В статье рассматривается организация структуры системы автоматизирования железнодорожных перевозок на предприятии, объединение отдельных модулей в единый программный комплекс, что позволяет составлять суточный план-график с временными характеристиками.

Ключевые слова: суточный план-график, организация железнодорожных перевозок, программный комплекс.

Введение. Большинство крупных промышленных организаций используют железнодорожную инфраструктуру для обеспечения перевозок грузов между объектами производства, а также для связи с внешней железнодорожной системой. В результате определенную часть себестоимости продукции составляют затраты на обеспечение железнодорожных перевозок (12-20% от общей себестоимости товара [1]). Кроме того, железнодорожный транспорт, осуществляющий взаимодействие производственных подсистем, из-за несогласованной их работы вынужден содержать до 30% резервного парка подвижного состава, что увеличивает его издержки. Общие потери, к примеру, на различных металлургических предприятиях составляют до 20-45%, а энергетические – до 15% от суммарных [2].

На данный момент суточные планы-графики составляются вручную квалифицированным специалистом-диспетчером. В силу отсутствия возможности объективно учесть множество факторов затрудняется оптимизация работы транспортной системы.

Выходом может служить комплексная автоматизированная программная система, результатом работы которой является суточный план-график.

Анализ последних исследований и публикаций. Ранее решались задачи расстановки и продвижения вагонов на грузовых фронтах, автоматизированной уборки вагонов с грузовых фронтов [3], определения времени переформирования составов [4], разработка интерфейса моделирования транспортной системы [5].

В результате были описаны решения отдельных задач, объединение которых в целостную систему позволит обеспечить автоматизацию построения суточного плана-графика.

Цель статьи – синтез структуры программного комплекса автоматизации оперативного планирования на промышленном железнодорожном транспорте.

Материалы и результаты исследования. Результаты последних исследований решают отдельные проблемы промышленного транспорта, такие как сортировка состава на вытяжках, продвижение вагонов на грузовых фронтах и т.д.

Для объединения существующих решений в общую систему необходимо ввести определенную систему взаимодействия их между собой. Необходимо обеспечить целостность используемых ими данных и взаимодействие с пользователем.

Пользователь взаимодействует с системой посредством пользовательского интерфейса. Пользователем задается путевое развитие предприятия, составы, поступившие на предприятие, вагоны в составах и операции, которые необходимо произвести над этими вагонами. Результаты работы системы выводятся пользователю в графическом виде или в заданном формате.

От пользователя требуется ввести данные о путевом развитии, грузовых фронтах, составах, локомотивах, вагонах, операциях над ними.

Целесообразнее разделить пользовательский интерфейс на четыре модуля: модуль редактирования путевого развития и грузовых фронтов, модуль редактирования операций над вагонами, модуль ввода данных о составах, вагонах и локомотивах на предприятии, модуль вывода результата, т.к. информация о путевом развитии, грузовых фронтах, как правило, вводится единообразно применительно к определенному предприятию. Работа с операциями над вагонами при надобности требует правки в процессе использования системы. Информация о составах и вагонах постоянно обновляется, следовательно, модуль работы с составами используется чаще всего.

Модуль редактирования путевого развития возвращает граф, описывающий транспортную систему предприятия. На основе этого графа необходимо рассчитать «шахматную ведомость». Также результатом работы модуля является множество грузовых фронтов, привязанных положением к графу и производящих определенную операцию.

Работа с операциями над вагонами может быть реализована посредством назначения каждому вагону необходимой задачи. В результате становится невозможной обработка составных операций. Можно каждому вагону назначить последовательность операций, что решает проблему составных операций, однако приводит к избыточности ввода данных об операциях. Было принято решение использовать множество составных операций, задаваемых отдельным модулем пользовательского интерфейса. Элементы множества привязываются к каждому вагону.

Ввод данных о составах и вагонах осуществляется посредством отдельного модуля, в результате работы которого система получает множество составов и множество вагонов, привязанных к составам, время их прибытия, операции над вагонами.

Для получения комбинаций решений транспортной задачи были разработаны два модуля: полный перебор с ограничениями (рис. 1) и обучающаяся система (рис. 2). Входные параметры модулей одинаковы и соответствуют выходным параметрам модулей пользовательского интерфейса. Выходные данные модулей отличаются, следовательно, структуры их применения различны.

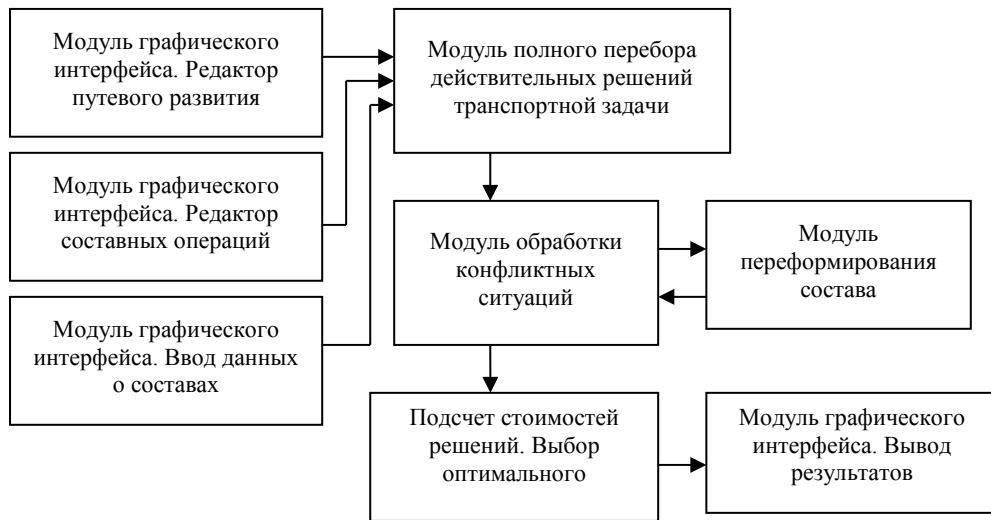


Рис. 1. Структура программного комплекса оперативного планирования работы железнодорожного транспорта на предприятии с использованием метода полного перебора

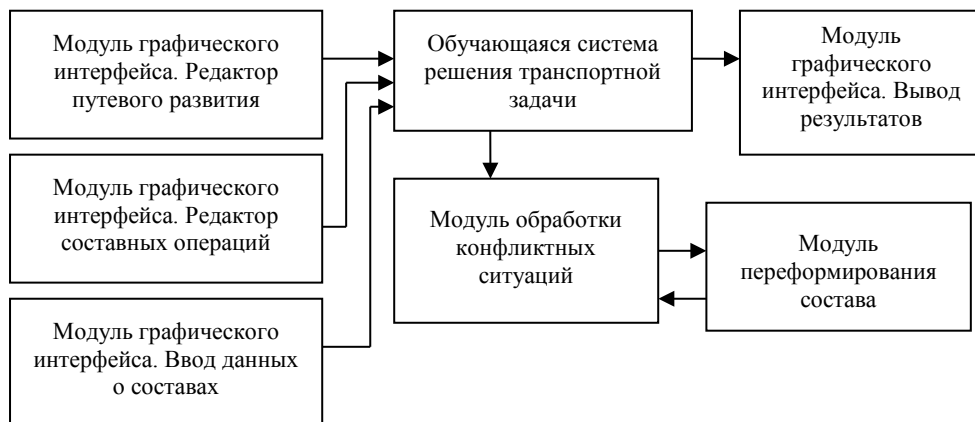


Рис. 2. Структура программного комплекса оперативного планирования работы железнодорожного транспорта на предприятии с использованием метода обучающейся системы

Полный перебор возвращает все комбинации действительных решений транспортной задачи в виде набора матриц (табл. 1), каждая строка которых характеризует движение определенного локомотива к определенному грузовому фронту с определенным составом – множеством вагонов.

Таблица 1

Закрепление локомотивов и вагонов за обслуживаемыми грузовыми фронтами

Локомотив, №	Грузовой фронт, №	Состав
1	3	{1,2,3}
2	2	{5,6}
1	4	{1,2,4}

В табл. 1 приведен пример, в котором в первых двух строках разные локомотивы везут разные составы на разные грузовые фронты (рис. 3, 4), следовательно, эти опе-

рации возможно провести одновременно. При одновременном движении нескольких составов в одной системе возможны конфликтные ситуации, обработкой которых должен заниматься соответствующий модуль.

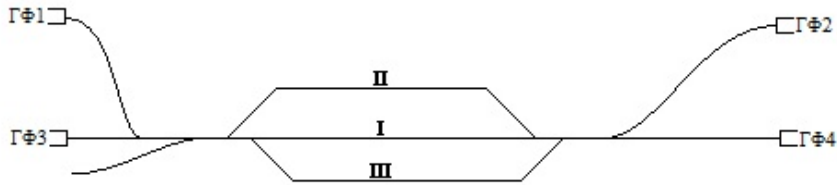


Рис. 3. Пример схемы путевого развития предприятия

	11 ⁰⁰	12 ⁰⁰	13 ⁰⁰	14 ⁰⁰	15 ⁰⁰
Станционный путь I		0/2	0/2		
Станционный путь 2	10/0	0/3	0/3		10/0
Станционный путь 3	20/0				20/0
ГФ 1		0/3			
ГФ 2		0/2			
ГФ 3			0/3	3/0	
ГФ 4			0/2	2/0	
локомотив 1			⊗		
локомотив 2			⊗		

Рис. 4. Фрагмент суточного плана-графика, иллюстрирующий конфликтную ситуацию

Третья строка таблицы показывает случай, когда необходимо один вагон состава оставить и прицепить другой вагон. Данная задача требует решения проблемы переформирования состава. Для этого был разработан модуль на основе нейросети, определяющий время переформирования состава.

Полный перебор возвращает множество решений без учета их стоимостей (и оптимальные, и неоптимальные). Требуется вычислить стоимость каждого решения и выбрать наиболее оптимальный, используя существующие решения.

Обучающаяся система, в отличие от переборной, возвращает один оптимальный результат, в зависимости от своей обученности. Для составления полноценного суточного плана-графика необходимы временные значения обработки вагонов на грузовых фронтах, движения, переформирования составов. Следовательно, необходимо промежуточные данные вычислений обработать соответствующими модулями конфликтных ситуаций и переформирования составов. Промежуточные данные представляются матрицей, аналогичной результирующей модуля полного перебора. Это позволяет использовать одни и те же обособленные части системы.

Модуль обработки конфликтных ситуаций (рис. 1) требует следующих входных данных: результирующая матрица, исходные данные о составах, локомотивах и грузовых фронтах (рис. 2). Выходные данные модуля – результирующая матрица с временными характеристиками.

Для расчета временных характеристик требуется учет времени переформирования состава.

Переформирование состава производится в соответствии с пятью входными параметрами:

1. Количество вагонов в составе.
2. Количество групп вагонов, которые должны образоваться после переформирования.
3. Количество перемешиваний, которые необходимо произвести.
4. Количество доступных путей для переформирования.
5. Коэффициент загрузки путей.

Для использования данного модуля необходимо привести результирующую матрицу движений составов к данному формату. Помимо результирующей матрицы необходимо использовать изначальные данные о составах и путевом развитии.

Количество вагонов в составе определяется количеством вагонов в изначальном составе (табл. 2). Группы составов соответствуют количеству строк в результирующей матрице (табл. 3), в составах которых присутствуют вагоны из изначального состава. Количество перемешиваний принимаем за максимальное – количество вагонов в составе. Далее в изначальном составе находим подсоставы, соответствующие составам в результирующей матрице. Если такие совпадения найдены, то от количества перемешиваний отнимаем количество совпадений, умноженное на количество вагонов в подсоставе. Количество доступных путей определяется модулем конфликтных ситуаций. Если конфликтные ситуации отсутствуют – количество путей принимаем за максимально возможное в соответствии с данными о путевом развитии предприятия. Коэффициент загрузки путей рассчитывается на основе количества доступных путей и количества вагонов.

Т а б л и ц а 2

Повагонная структура подач на грузовые фронты

№	Составы
1	{1,2,3,4}
2	{5,6}

Т а б л и ц а 3

Результирующая матрица закрепления вагонов за локомотивами

Локомотив, №	Грузовой фронт, №	Состав
1	2	{1,3}
2	5	{5,6}
1	3	{2,4}

В табл. 2 приведен пример входных данных, которые необходимо преобразовать для модуля переформирования состава. Вагоны составов первой ({1,3}) и третьей ({2,4}) строк табл. 3 соответствуют составу № 1 ({1,2,3,4}). Следовательно, в модуль переформирования состава необходимо передать следующие данные:

1. Количество вагонов в составе: 4.
2. Количество групп вагонов: 2.
3. Количество перемешиваний: 4, т.к. нет соответствующих подсоставов в исходном составе.

Вагоны состава второй строки табл. 3 ({5,6}) соответствуют составу № 2 ({5,6}). Следовательно, в модуль переформирования состава необходимо передать следующие данные:

1. Количество вагонов в составе: 2.
2. Количество групп вагонов: 1.
3. Количество перемешиваний: 0, т.к. подсостав полностью соответствует исходному составу.

Выводы. В результате проведенного анализа была разработана общая структура программного комплекса автоматизации планирования железнодорожных перевозок на предприятии. Была организована система взаимодействия между существующими модулями и обеспечена целостность данных в системе.

Литература

1. Лукьянов В.А. Методика оптимизации взаимодействия промышленного транспорта и основных производств предприятий черной металлургии. Автореф. дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2003.
2. Акулиничев В.М. Организация перевозок на промышленном транспорте: Учебник. – М.: Высш. шк., 1983. – 247 с.
3. Чернишов А.О. Метод автоматизації збирання вагонів с вантажних фронтів на підприємстві // Науковий пошук молодих дослідників. – 2011. – С.137-141.
4. Титаков С.А., Коров Г.В., Ляшенко Т.В. Формализация процесса маневровой работы на железнодорожном транспорте в условиях недостаточного количества путей (25-27 березня 2009 р.) // Проблеми глобалізації та моделі стійкого розвитку економіки: матеріали I-ої міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – 2009. – С. 333-335.
5. Макеева А.А., Бережной А.А., Швечиков А.Е., Коров Г.В. Функциональные особенности и структура разрабатываемого тренажера по планированию и управлению железнодорожным транспортом в промышленном узле // Научно-технические проблемы транспорта, промышленности и образования. – 2012. – С. 14-19.

Коров Г.В., Чернишов А.О., Шкандибін Ю.О., Балицька Т.Ю., Соснов М.Ю. Структура програмного комплексу оперативного планування роботи залізничного транспорту на промисловому підприємстві

У статті розглядається організація структури системи автоматизування залізничних перевезень на підприємстві, об'єднання окремих модулів до єдиного програмного комплексу, що дозволяє скласти добовий план-графік з часовими характеристиками.

Ключові слова: добовий план-графік, організація залізничних перевезень, програмний комплекс.

Korop G.V., Chernyshov A.A., Shkandybin U.A., Balitskaya T.U., Sosnov N.U. Structure software package operational planning rail transport of industrial enterprise

The article deals with the organization structure of the system to automate railway company, the union of the individual modules in a single software package that allows flexible daily schedule with time characteristics.

Key words: daily schedule, organizing rail transport software package.

Коров Г.В.,	к.т.н., ст. преп. кафедры «Транспортные системы», ВНУ им. В. Даля, г. Луганск, Украина.
Чернышёв А.А.,	инж. кафедры «Информационные технологии и системы», ЛНУ им. Т. Шевченко, г. Луганск, Украина.
Шкандыбин Ю.А.,	асс. кафедры «Информационные технологии и системы», ЛНУ им. Т. Шевченко, г. Луганск, Украина.
Балицкая Т.Ю.,	асс. кафедры прикладной математики, ВНУ им. В. Даля, г. Луганск, Украина.
Соснов Н.Ю.,	студент 4-го курса спец. прикладная математика, фак-т математики и информатики, ВНУ им. Даля, г. Луганск, Украина.

Рецензент: д.т.н., проф. Нечаев Г.И.