

## **Вывод**

Разработанный программный тренажер позволяет более глубоко исследовать такое понятие как циркуляция морского судна. Он дает свободу при задании управляющих воздействий и внешних факторов. На рис. 4 можно увидеть интересные случаи, которые не рассматриваются в учебной литературе.

**Список литературы:** 1. *Войткунский Я.И.* Справочник по теории корабля: [Справочник] / *Я.И. Войткунский, Р.Я. Першиц, И.А. Титов* – Л.: Судостроение, 1973. – 534 с. 2. *Юдин Ю.И.* Математические модели плоскопараллельного движения судна. Классификация и критический анализ / *Ю.И. Юдин, И.И. Сотников* // Вестник МГТУ, том 9, №2, 2006 г. стр.200-208

*Надійшла до редколегії 20.11.2012*

УДК 656.6

**Программный тренажер для изучения процесса циркуляции морского судна/ М. В. Дворецкий, Н. В. Ивановский** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 66 (972). – С. 76-81. – Бібліогр.:2 назв.

У роботі запропоновано варіант реалізації класичної моделі руху судна на циркуляції. Практична цінність роботи - програмний тренажер для вивчення процесу циркуляції морського судна. Приведено докладний опис його побудови, а також багато графічного матеріалу результатів імітаційного моделювання.

**Ключові слова:** тренажер, циркуляція, математичне моделювання.

In this work, a variant of the classical model of the vessel into circulation. The practical value of the work - a software simulator to study the process of circulation of the ship. Added detailed description of its construction, as well as many graphic material results of simulation modeling.

**Keywords:** simulator, circulation, mathematical modeling.

УДК 656.212.5

**Г. М. СІКОНЕНКО**, канд. техн. наук., доц., УкрДАЗТ, Харків;

**К. К. ГАЄНКО**, студент, УкрДАЗТ, Харків

## **РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ПОЇЗДОУТВОРЕННЯ НА ПОЛІГОНІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МЕТАЕВРИСТИЧНИХ МЕТОДІВ**

Для раціоналізації планування поїздоутворення запропоновано застосування метаевристичних методів, а саме методу заборони. Використання даного методу дозволяє отримати не тільки оптимальне рішення локальної задачі, а і рішення близьке до оптимального, що є дуже важливим при організації та пропуску вагонопотоків.

**Ключові слова:** вагонопотік, поїздоутворення, планування, пошук рішення.

**Вступ.** З метою забезпечення ефективності функціонування Укрзалізниці (УЗ) в умовах транспортного ринку стає необхідним удосконалення технології перевізного процесу. Скорочення експлуатаційних витрат повинно досягатися насамперед за рахунок удосконалення системи управління перевезеннями, впровадження систем автоматизації, нових технічних засобів, інформаційних технологій.

Планування поїздоутворення – це невід’ємна частина організації управління перевізним процесом на залізницях. В сучасних умовах до управління перевезеннями пред’являють вимоги гнучкого планування процесом накопичення та відправлення поїздів, а особливо при оперативному плануванні з урахуванням раціональних підходів до поїзної та вантажної роботи. За критерій оптимальності як правило, приймають сумарні експлуатаційні витрати на утримання транспортних засобів, людських ресурсів та ін., які приводять до єдиного самостійного вимірника.

В ході оперативного планування роботи залізничного полігона з’являється

© Г. М. СІКОНЕНКО, К. К. ГАЄНКО, 2012

можливість поєднання струменів вагонопотоків за рахунок підводу у дільничних поїздах частини наскрізних призначень. Це надає можливість формувати на полігоні струмені з більш високим коефіцієнтом транзитності, і як наслідок скоротити витрати на просування вагонопотоків.

**Аналіз останніх досліджень та літератури.** Великий вклад в розвиток методів планування перевезень внесли доктора наук О.О. Бакаєв, І.В. Белов, Т.В. Бутько, М.І. Данько, Б.І. Шафіркін, А.Г. Захаров, В.А. Дмитрієв та ін. Теоретичні питання інтенсифікації роботи станцій та напрямків освячені у працях Б.Е. Пейсахзона, М.Д. Іловайського, К.К. Тихонова, Д.Д. Ашукіна, Є.В. Архангельського, О.С. Пермінова, В.І. Некрашевича, В.К. Буянової та ін.

Авторами численних способів розрахунку плану формування одноступінних технічних маршрутів є доктор технічних наук К.А. Бернгард, А.К. Угрюмов, Л.П. Тулупов, В.М. Акулінічев та інші.

Задачу планування поїздоутворення можна віднести до класу транспортних задач з обмеженнями за часом.

**Мета дослідження, постановка проблеми.** Метою вирішення всіх транспортних задач є складання маршрутів транспортних засобів мінімальних за цінними витратами. Транспортні задачі з обмеженням за часом є підкласом транспортних задач з урахуванням часу, протягом якого повинен бути обслужений даний струмінь вагонопотоку. Будучи більш складними з постановки, дані задачі більш повно описують реальний процес, оскільки в багатьох практичних завданнях планування просування вагонопотоків час прибуття поїздів на станцію та час знаходження вагонів на станціях відіграють істотну роль.

Якщо всі поїзди прибували б в один і той же час, їх состави біли незмінні, час ходу між станціями та час знаходження на станціях – постійним, то такі б задачі відносились до статичних транспортних задач.

Однак на практиці склади формованих поїздів не бувають однаковими не за кількістю вагонів, не за структурою, час руху по дільницях та час знаходження на станціях постійно змінюється, тому такі задачі відносять до динамічних транспортних задач з обмеженням за часом.

Згідно з літературою [1-3] методи рішення ТЗ з обмеженням в часі як статичних, так і динамічних можна розділити на точні (exact approaches), евристичні (heuristic approaches) і метаявристичні (metaheuristics).

В останні роки для вирішення ТЗ з обмеженням за часом широко використовуються так звані метаявристичні методи. До даних методів відносяться: метод "модельного" загартування або метод моделювання відпалу (simulated annealing), метод пошуку з заборонами (tabu search), метод мурашиної колонії (ant colony optimization), генетичні та еволюційні алгоритми [2]. Перевага даних методів перед класичними евристичними методами, заснованими на методі локального пошуку, в тому, що вони дозволяють досліджувати більший простір пошуку для знаходження рішення близького до оптимального, тоді як методи локального пошуку зупиняються після знаходження локального вирішення обраної області.

Привабливість методу заборон, як одного із сучасних методів вирішення транспортних задач з обмеженнями за часом, полягає в тому що, хоча в його основі і лежить метод локального пошуку, метод заборон дозволяє продовжувати пошук після знаходження локального оптимуму, тим самим, розширюючи простір пошуку, в надії знайти рішення близьке до оптимального. В експлуатації залізниць не завжди локальний оптимум може біти прийнятий за найбільш раціональний варіант пропуску вагонопотоку. Тому прагнуть знайти и близький до оптимального варіант. Для цієї мети

метод заборон використовує список заборон (tabu list), саме цей основний елемент методу заборон використовується для запобігання зациклення (повернення до попереднім рішенням) і для розширення простору пошуку [2]. Іншими основними поняттями в методі пошуку з заборонами, запозиченими з методів локального пошуку, є простір пошуку (search space) і механізм побудови області рішення (neighborhood structure).

Простір пошуку - це всі можливі рішення, які можуть бути отримані в ході рішення задачі, в даному випадку план формування поїздів на полігоні. Простір пошуку тісно пов'язане з механізмом побудови області даного рішення. Областю поточного рішення називають усі рішення, які можуть бути отримані з поточного, шляхом застосування до поточного вирішення певних операторів, процес застосування цих операторів і називається побудовою області поточного рішення [2]. Список заборон - це ключове поняття, що відрізняє метод заборон від методів локального пошуку. У списку заборон містяться переміщення (moves) які застосовувалися на попередніх етапах рішення. Список заборонених переміщень може бути як фіксованою, так і змінної довжини. Час, протягом якого дане переміщення міститься в списку заборон, називається тривалістю заборони (tabu tenure). Після закінчення цього часу переміщення видаляється зі списку заборон.

Описані вище елементи є основними в методі пошуку з заборонами. В роботі [4] пропонується алгоритм розв'язання динамічної ТЗ з обмеженням по часу з використанням паралельного методу пошуку з заборонами. Переваги паралельного методу полягає в тому, що при розпаралелюванні обчислень зменшується час роботи алгоритму.

Алгоритм складається з наступних етапів.

Початок

1. Методом конструювання маршруту будується  $k$  різних рішень задачі. Для вибору початкової станції формування використовується імовірнісний метод.

2. До кожного з отриманих  $k$  рішень застосовується метод пошуку з заборонами. Маршрути отриманих в результаті рішень зберігаються в адаптивній пам'яті. Поки  $stop! = true$  виконуємо наступне

3. Із маршрутів, що містяться в адаптивній пам'яті будується нове рішення, це рішення називається поточним.

4. Поділяємо поточне рішення на  $S$  різних підмножини маршрутів.

5. Застосовуємо метод пошуку з заборонами до кожного підмножини.

6. Будуємо повне рішення з'єднанням підмножин маршрутів, отримане рішення назовемо поточним.

7. Зберігаємо маршрути поточного рішення в адаптивній пам'яті.

8. До кожного маршруту кращого рішення застосовується процедура додаткової оптимізації.

Кінець.

Вибір початкових станцій формування вагонопотоку для ініціалізації маршрутів відбувається імовірнісним чином. Адаптивна пам'ять, яка використовувалася в даному алгоритмі, являє собою масив пам'яті розміру  $M$  в якому зберігаються маршрути кращих рішень, отриманих у результаті роботи алгоритму. Адаптивна пам'ять призначена для вибору нових початкових рішень, в даному випадку – це вибір станції формування технічного маршруту. Для цього з адаптивної пам'яті вибираються маршрути, які і будуть представляти собою нове початкове рішення. Рішення, у вигляді маршрутів, займають позиції відповідні із цільової функції. Вибірка маршрутів з адаптивної пам'яті для конструювання нового рішення відбувається наступним чином. Імовірнісним чином

з пам'яті вибираються маршрути, ймовірність вибору маршруту з пам'яті тим вище, чим менше його порядковий номер у адаптивної пам'яті. При виборі чергового маршруту з пам'яті виключаються маршрути, що включають в себе станції з обраного маршруту. Процедура вибірки маршрутів продовжується до тих пір, поки не буде побудовано нове рішення. Процедура пошуку з заборонами застосовується як до "цілого" рішення з адаптивної пам'яті на ініціалізацій етапі, так і до підмножини маршрутів (частини рішення) отриманому в результаті поділу рішення на  $C$  підмножин. Процедура поділу рішення на частини і подальше відновлення цілого рішення шляхом об'єднання розділених частин (decomposition reconstruction) проводиться для зменшення часу обчислень і прискорення процесу пошуку.

Для підвищення якості рішення і зменшення часу роботи алгоритму використовується поділ на підзадачі, з подальшим відновленням рішення і застосуванням маршрутної оптимізації.

У даному методі динамічна транспортна задача з обмеженням за часом моделюється як серія статичних задач. Додавання нового струменю вагонопотоку призводить до появи нового не обслугованого запиту, даний запит вставляється в усі рішення, які знаходяться в адаптивній пам'яті і алгоритм продовжує свою роботу з новою кількістю струменів вагонопотоків.

Оцінка алгоритмів як евристичних, так і метаевристичних для транспортних задач з обмеженням за часом не є тривіальною задачею. Важливою властивістю усіх евристичних алгоритмів є час виконання і близькість отриманого рішення до оптимального. Зазвичай в даних алгоритмах йде розмін між якістю одержуваного рішення і часом виконання алгоритму. Чим більша кількість ітерацій проходить алгоритм, тим більш якісне рішення ми отримуємо. Найбільш загальний метод порівняння алгоритмів – це емпіричний. Але при порівнянні алгоритмів дослідним шляхом дослідники стикаються з різними використовуваними обчислювальними ресурсами і типами розв'язуваних задач. Так само на час виконання впливає різний професійний рівень кодування алгоритму. Метаевристичні методи більш затратні за часом і більш складні в застосуванні, однак саме вони є найбільш ефективними у вирішенні практичних завдань. Слід зазначити, що метаевристичні методи не протиставляються класичним евристичним методам, а навпаки використовують їх для формування стратегії пошуку в рамках конкретного метаевристичні алгоритму. Метаевристичні методи є подальшим розвитком евристичних методів, і в зв'язку з отриманими результатами є перспективним напрямком у вирішенні оптимізаційних задач.

**Висновок.** Вирішення планування поїздоутворення на полігоні із застосуванням методу пошуку з заборонами дозволить знайти раціональну стратегію формування поїздів на полігоні. Результати моделювання в оперативному режимі повинні видаватися на автоматизовані робочі місця оперативних працівників станцій та дорожніх центрів управління для зменшення експлуатаційних витрат, пов'язаних з організацією та пропуском вагонопотоків.

**Список літератури:** 1. Tobias Babb. Pickup and Delivery Problem with Time Windows, Coordinated Transportation Systems: The State of the Art. Department of Computer Science University of Central Florida Orlando, Florida, 2005. 2. J.-F. Cordeau, Guy Desaulniers, Jacques Gesrosiers, Marius M. Solomon, Francois Soumis. The VRP with Time Windows. Chapter 7, Paolo Toth and Daniel Vigo (eds), SIAM, Monographs on Discrete Mathematics and Applications, 2001. 3. Olli Braysy, Michel Gendreau. Route Construction and Local Search Algorithms for the Vehicle Routing Problem with Time Windows. Internal Report STF42 A01024, SINTEF Applied Mathematics, 2001. 4. Gendreau M., et al., Parallel Tabu Search for Real-Time Vehicle Routing and Dispatching. Transportation Science, 33 (4), 381 - 390, 1999.

Надійшла до редколегії 12.10.2012

УДК 656.212.5

**Раціоналізація поїздоутворення на полігоні при застосуванні метаевристичних методів/ Г. М. Сіконенко, К. К. Гаєнко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 66 (972). – С. 81-85. – Бібліогр.: 4 назв.**

Для рационализации планирования поездообразования предложено применение метаэвристичних методів, а именно метода запрета. Использование данного метода позволяет получить не только оптимальное решение локальной задачи, но и решение близкое к оптимальному, что очень важно при организации и пропуске вагонопотоков.

**Ключевые слова:** вагонопоток, поездообразование, планирование, поиск решения.

To streamline the planning application metaheuristic technology of trains proposed methods, namely the method of the ban. It is emphasized that this way you can get not only the optimum solution of the local problems, but also close to the optimal solution, which is important for the organization and pass wagon traffic. Im.:0 DBMS is drawn is developed.

**Keywords:** wagon, technology of trains, planning, finding a solution.

УДК 004.45

*М. І. ЛАЗУТКІН*, канд. техн. наук, доц., ЗНТУ, Запоріжжя

## **ЕТАПИ КОМПОНОВКИ ПІДСИСТЕМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВУЗЛІВ РЕА**

Розширення номенклатури вузлів РЕА, що випускаються, і часта зміна технології їх виготовлення вимагає підвищення живучості створюваних і використовуваних САВР. Актуальність цього питання виявляється на етапі компоновки функціональних вузлів РЕА, в які входять: розробка алгоритмів підсистеми, управління процесом компоновки і її ітераціональний метод компоновки. Показані критерії оптимізації при ітераціональній методиці компоновки.

**Ключові слова:** процес компоновки, модульний принцип, графова модель

**Вступ.** Стан розробок програмного забезпечення процесу автоматизації конструкторського проектування друкарських вузлів в даний час характеризується наявністю великого числа САВР, побудованих за принципом "жорсткої" технології, коли в системі алгоритмічно зафіксована конкретна постановка проектного завдання при заданих конструкторсько-технологічних обмеженнях. Зміна обмежень вимагає, як правило, значного корегування програмного забезпечення, утрудняє нарощування функціональних можливостей системи і, тим самим, звужує сферу її застосування.

Розширення номенклатури функціональних вузлів РЕА і часта зміна технології їх виготовлення, що випускаються, вимагають підвищення живучості створюваних і використовуваних САВР. Одним з шляхів вирішення цієї задачі є наділ систем властивістю інтелектуальності, що є одним з центральних аспектів їх еволюційного розвитку. У зв'язку з цим необхідне об'єднання традиційних проектних операцій з автоматизацією оцінки якості проміжних рішень, представлення інженерних знань, використання цих знань для управління процесом проектування.

В значній мірі актуальність такого підходу виявляється на етапі компоновки функціональних вузлів (ФВ) РЕА, що має істотний вплив на якість проектних рішень, які отримуються на подальших етапах синтезу друкарського монтажу.

До етапів системи компоновки входять:

- архітектура підсистеми компоновки;
- розробка алгоритмів функціонування підсистеми компоновки.

**Основна частина.** Відповідно до принципів побудови систем штучного інтелекту в структуру підсистеми компоновки необхідно ввести якісно нові елементи: базу знань (БЗ) і блок управління процесом компоновки (БУПК).

БЗ призначена для зберігання інформації про формальну модель наявної області

© М. І. ЛАЗУТКІН, 2012