1. Обозначения

* – двудольный граф
* – начальная позиция контейнера (номер стека, номер позиции на стеке)
* – позиция, куда контейнер должен быть поставлен (номер платформы, номер позиции)
* , то есть каждый контейнер должен быть установлен либо на платформу, либо на складе
* – множество ребер, соединяющих вершины и
* Пусть – пункт начала пути машины, – конец пути машины
* – временные затраты
* , – время, чтобы выехать из стоянки и время, чтобы на нее вернуться равно нулю
* – полустепень захода в равна , – полустепень исхода из равна
* – полустепень захода в равна , – полустепень исхода из равна
* – количество стеков
* – подмножество вершин , которые расположены в стеке
* – это означает, что вершина должна быть раньше размещена, чем как минимум на величину
* – время, чтобы машина успела отъехать от стека с вершиной , чтобы не мешать машине, которая приедет за
* – множество пар вершин из , для которых время изъятия их с их начальных позиций должно отличаться как минимум на . Здесь необходимо для того, чтобы не дублировать пары и
* – пары вершин из , для которых время обслуживания также должно отличаться на . Здесь необходимо для того, чтобы не дублировать пары и
* – погрузочная машина, всего таких машин штук

1. Неизвестные

Введем неизвестную , показывающую, используется ли дуга в подграфе решения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

Также необходимо ввести для каждой вершины потенциал – readyTime, который указывает время изъятия контейнера из стека

– время, когда машина выезжает с парковки

– время, когда машина заканчивает работу по маршруту

– время изъятия контейнера из стека машиной

– время, когда контейнер был поставлен на платформу машиной

1. Целевые функции

Минимизация суммарных временных затрат:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Минимизация максимального времени окончания маршрутов

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

Введем обозначение: пусть , тогда целевая функция будет иметь вид:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

1. Ограничения

Полустепень захода равна , полустепень исхода равна для вершин

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (5) |
|  |  | (6) |

Полустепень захода равна , полустепень исхода равна для вершин

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (7) |
|  |  | (8) |

Если один контейнер стоит на другом, то разница во времени между их перемещениями должна быть не меньше

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (9) |

Разница по времени между перемещениями двух контейнеров из соседних стеков должна различаться как минимум на

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (10) |

Разница во времени между установками двух контейнеров на платформу должна быть не меньше, чем

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (11) |

Ограничение, связанное с заменой переменной в целевой функции:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (12) |

Ограничение, связанное с типом данных:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (13) |
|  |  | (14) |
|  |  | (15) |