



В. И. Бобровский
Д. Н. Козаченко
И. Я. Сковрон

Формирование многогруппных составов

 **LAMBERT**
Academic Publishing

**В. И. Бобровский
Д. Н. Козаченко
И. Я. Сковрон**

Формирование многогруппных составов

**В. И. Бобровский
Д. Н. Козаченко
И. Я. Сковрон**

Формирование многогруппных составов

LAP LAMBERT Academic Publishing RU

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:

LAP LAMBERT Academic Publishing

is a trademark of

International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page

ISBN: 978-613-9-94560-3

Copyright © В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, И. Я. Сковрон

Copyright © 2018 International Book Market Service Ltd., member of
OmniScriptum Publishing Group

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОГРУППНЫХ СОСТАВОВ НА СТАНЦИЯХ....	9
1.1. Совершенствование технологии формирования многогруппных составов железнодорожных станциях.....	9
1.2. Совершенствование технического оснащения станций, используемого для формирования многогруппных составов	29
1.2.1. Секционирование путей для формирования многогруппных составов.....	30
1.2.2. Совершенствование основных сортировочных устройств станции с целью интенсификации формирования многогруппных составов.....	32
1.2.3. Использование специализированных сортировочных устройств.....	34
1.2.4. Увеличение производительности устройств для формирования многогруппных составов на зарубежных железных дорогах	40
1.3. Имитационные модели для исследования процесса формирования многогруппных составов.....	44
1.4. Основные задачи совершенствования процесса формирования многогруппных составов.....	51
ГЛАВА 2. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОГРУППНЫХ СОСТАВОВ.....	55
2.1. Моделирование структуры местного вагонопотока.....	57

2.1.1. Распределение числа вагонов в отцепе.....	57
2.1.2. Моделирование длины и назначения отцепов.....	59
2.1.3. Моделирование параметров отцепов.....	62
2.1.4. Моделирование заполнения путей перед роспуском	63
2.2. Формализация методов формирования многогруппных составов	65
2.2.1. Предварительные определения и соглашения.....	66
2.2.2. Комбинаторный метод (КМ).....	68
2.2.3. Распределительный метод (РМ)	72
2.2.4. Основной ступенчатый метод (ОСМ).....	77
2.2.5. Двойной ступенчатый метод (ДСМ).....	78
2.2.6. Метод равномерного нарастания (МРН)	80
2.3. Характеристика имитационной модели процесса формирования многогруппных составов.....	82
2.3.1. Задачи модели процесса формирования многогруппных составов.....	82
2.3.2. Структура модели процесса формирования многогруппных составов.....	83
2.3.3. Методика расчета продолжительности формирования по отдельной схеме.	85
2.4. Идентификация и оценка адекватности имитационной модели процесса формирования многогруппных составов	94
ГЛАВА 3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОГРУППНЫХ СОСТАВОВ.....	103
3.1. Сокращение начальной неупорядоченности вагонов многогруппного состава	104

3.1.1. Методика определения логических номеров групп состава.....	104
3.1.2. Изменение нумерации групп вагонов, обеспечивающее неизменный порядок вагонов в группах.....	107
3.1.3. Изменение нумерации групп вагонов, обеспечивающее их минимальное число.....	109
3.1.4. Сравнительная оценка эффективности вариантов сокращения начальной неупорядоченности многогруппного состава.....	111
3.2. Схемы формирования многогруппных составов.....	116
3.3. Определение зависимостей продолжительности формирования многогруппных составов от параметров состава и технического оснащения	119
3.3.1. Моделирование и анализ параметров потоков составов.....	120
3.3.2. Определение зависимостей продолжительности формирования многогруппных составов от различных факторов.....	122
3.3.3. Определение частоты использования методов формирования.....	126
3.3.4. Сравнительный анализ методов формирования.	129
3.4. Совершенствование выбора рациональной схемы из генеральной совокупности схем формирования.....	134
3.5. Повышение эффективности выбора рациональной схемы формирования многогруппных составов	150
3.6. Рекомендации к практическому применению разработанной модели	157

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЯ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВОВ	163
4.1. Методика выбора параметров устройств	163
4.2. Влияние параметров устройств на время формирования	166
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	179
АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ	191

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожные станции являются одним из главных элементов транспортной инфраструктуры железных дорог и важным звеном в системе обеспечения потребностей государства и населения в перевозках. Поэтому в современных рыночных условиях с целью обеспечения высокой конкурентоспособности железнодорожного транспорта необходимо снижать уровень стоимости его услуг, что потребует реконструкции существующих станций и совершенствования технологии их работы. Повышение эффективности функционирования железнодорожных станций возможно путем концентрации сортировочной работы на сетевых станциях с механизированными горками, а также сосредоточения маневровой работы по подборке групп местных вагонов по грузовым фронтам на несетевых сортировочных и участковых станциях.

Одной из важных тенденций, отмечаемых в последние годы, является рост объемов местных вагонопотоков и одновременное увеличение количества назначений местных вагонов. В этих условиях все большее значение приобретают вопросы совершенствования технических средств и технологии расформирования и формирования многогруппных составов. Это позволяет сократить простой местных вагонов на станциях, а также улучшить условия обслуживания грузоотправителей и грузополучателей за счет ускорения доставки грузов и выполнения детальной подборки вагонов на грузовых и технических станциях.

Формирование составов, особенно многогруппных, является одним из наиболее трудоемких элементов процесса переработки вагонов на станциях и существенно влияет на сроки доставки грузов. При этом

в современных условиях около 30% всех формируемых составов являются многогруппными. В этой связи с целью уменьшения времени нахождения вагонов на станциях, снижения себестоимости перевозки грузов и повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта необходимо совершенствование процесса формирования многогруппных составов.

Выбор рациональной конструкции технических средств и технологии формирования многогруппных составов для конкретной станции является весьма сложной задачей, эффективным средством решения которой является имитационное моделирование процесса формирования. Таким образом, исследование и совершенствование технических средств и технологии формирования многогруппных составов на основе функционального моделирования данного процесса является актуальной научно-прикладной проблемой.

Целью исследований, представленных в монографии, является повышение эффективности процесса формирования многогруппных составов за счёт сокращения количества маневровых передвижений, уменьшения расходов времени и энергетических ресурсов, и, как следствие, соответствующих эксплуатационных затрат станции. Указанная цель может быть достигнута путем выбора рационального плана маневровой работы для конкретного многогруппного состава в оперативных условиях, а также за счет совершенствования технических средств для формирования составов.

Для решения поставленной задачи в монографии выполнен анализ современных направлений повышения эффективности процесса формирования многогруппных составов на станциях, выполнена формализация существующих методов формирования и разработана методика формализации схем формирования составов указанными мето-

дами. Данная методика была использована при разработке функциональной модели процесса формирования многогруппных составов разными методами с помощью различных технических средств; выполнена идентификация модели и оценка ее адекватности.

Указанная функциональная модель в дальнейшем использовалась для исследования процесса формирования многогруппных составов с целью выбора рациональных схемы и метода формирования. На основе выполненных исследований разработаны рекомендации по их использованию при формировании реальных составов с использованием существующего технического оснащения.

В заключение была выполнена оценка экономической эффективности рассмотренных методов формирования на различных сортировочных устройствах, которая показала, что их реализация позволяет получить существенную экономию эксплуатационных расходов на маневровую работу по формированию многогруппных составов; размер этой экономии зависит от параметров формируемых составов и типа сортировочного устройства.

ГЛАВА 1

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОГРУППНЫХ СОСТАВОВ НА СТАНЦИЯХ

Процесс формирования многогранных составов на существующих станциях является весьма трудоемким ввиду ограниченного числа путей, используемых для этих целей, особенно при значительном числе назначений в многогранных составах. Такое несоответствие параметров составов и технического оснащения станций вызывает необходимость выполнения многократных повторных сортировок вагонов многогрannого состава, что приводит к существенному увеличению продолжительности указанного процесса. Таким образом, с целью интенсификации процесса формирования многогранных составов, наряду с улучшением технического оснащения станций, используемого для подборки вагонов, целесообразным является также совершенствование технологии формирования многогранных составов. Это позволит существенно сократить расходы на маневровую работу без дополнительных капитальных вложений, а также ускорить процесс формирования многогранных составов.

1.1. Совершенствование технологии формирования многогранных составов железнодорожных станций

Совершенствование процесса формирования многогранных составов на станциях может быть достигнуто за счет применения различных технологических приемов, среди которых следует отметить деление состава на части, учет начальной упорядоченности номеров групп вагонов состава, а также использование различных методов их

формирования. Среди всего разнообразия методов формирования можно выделить семейства методов формирования одного многогруппного состава одним локомотивом, одного многогруппного состава несколькими локомотивами, а также методы одновременного формирования нескольких составов несколькими локомотивами.

Данной проблеме посвящено достаточно большое число научных работ, в которых были предложены рекомендации по совершенствованию технологии формирования многогруппных составов с целью сокращения времени формирования и эксплуатационных расходов станций.

Так, в работах [1, 2] была предложена методика выбора рациональной технологии формирования многогруппных составов. При этом для формирования предлагается использовать концы сортировочных путей. В качестве критерия оптимальности технологии формирования многогруппных составов принят коэффициент повторной переработки вагонов, который необходимо минимизировать.

При этом автором не был сформулирован и обоснован принцип образования множества различных технологий формирования многогруппных составов, из которых должна быть выбрана рациональная.

Дальнейшее развитие указанная идея нашла в [3], где наряду с предложенным секционированием путей сортировочного парка (см. рис. 1.1), авторами была предложена и технология формирования многогруппных составов на указанном устройстве.

Пути ускорения формирования многогруппных составов и улучшения использования мощности маневровых локомотивов рассматриваются в [4]. Автором приводятся конкретные примеры сокращения времени формирования многогруппных составов за счет

укрупнения назначений групп вагонов с учетом их благоприятного расположения. Кроме того, благодаря концентрации грузовой работы на опорных станциях возможно появление явно выраженных максимальных групп, которые рекомендуется предварительно отсеивать на отдельные пути и выполнять формирование многогруппных составов по возможности равномерными частями (по 15–20 ваг). Это, по мнению автора, снизит время формирования состава и позволит лучше использовать мощность маневрового локомотива. В то же время автор не предлагает использовать какой-либо метод формирования, а выполнять его с учетом величины групп вагонов и их взаимного расположения, основываясь на опыте составителя.

В 1985 г. были разработаны инструктивно-методические указания по внедрению новой технологии формирования многогруппных составов на станциях [5], которая получила название комбинаторного метода.

Дальнейшее развитие данный метод получил в работе [6], в которой, в частности, указывается на целесообразность перехода от действительных номеров групп начального состава к условным номерам, что позволяет учесть начальную упорядоченность состава, и, как следствие, уменьшить число групп, требующих упорядочивания. Также в [6] приводится способ определения условных номеров групп. Следует отметить, что в [5, 6] комбинаторный метод представлен в виде конкретных схем формирования многогруппных составов на 2–4 путях при различном числе групп в исходном составе.

Для проверки эффективности комбинаторного метода сотрудниками ВНИИЖТа под руководством проф. Е. М. Тишкина была внедрена разработанная технология на безгорочной сортировочной станции с параллельным расположением парков – станции Бескудни-

ково. Примыкание к станции нескольких десятков подъездных путей, на которых размещалось около 100 фронтов погрузки и выгрузки, а также недостаточное путевое развитие самой станции привели к необходимости формирования столь значительного объема местного вагонопотока на 4-х путях. В этой связи данная станция с большим напряжением выполняла объемные и качественные показатели [7].

Решение авторов о применении комбинаторного метода на данной станции основывалось на его специфических особенностях. Так, использование данного метода позволило обеспечить:

- минимальное число рейсов при формировании составов на ограниченном числе сортировочных путей (2–4);
- одновременное формирование нескольких составов;
- формирование одного или нескольких составов двумя локомотивами с двух сторон одновременно;
- эффективность формирования многогруппных составов со значительным числом групп (5 групп и более) на ограниченном числе путей (не более 4).

Как было указано в [7], применение данного метода на станции Бескудниково позволило сократить простой местного вагона на 15–20 %.

В работе [8] под общим названием комбинаторного представлены три разных метода формирования, названных стратегиями. Для первой и второй стратегии приведены выражения, с помощью которых можно определить для каждого состава рациональное число сортировочных путей m , общее число сортировок R и число групп, направляемых на каждый путь на первом этапе (рейсе) K_α . В данной работе приведены также выражения, позволяющие для каждого пути α опре-

делять список номеров групп a_j , которые должны быть направлены на этот путь на первом этапе формирования.

а) первая стратегия

$$a_{\alpha j} = \lfloor 0.5(\alpha(\alpha-1+2j\gamma) + (j-1)(j-2)\gamma) \rfloor + 1, \gamma=1 \text{ при } j>1; \gamma=0 \text{ при } j=1 \quad (1.1)$$

б) вторая стратегия

$$a_{\alpha j} = 2^{\alpha-1}(2j-1), j = 1, \dots, K_{\alpha} \quad (1.2)$$

Недостатком указанных выражений является то, что они не могут использоваться на втором и последующих этапах формирования. Кроме того, для моделирования процесса формирования необходимы выражения, позволяющие определять для каждой конкретной группы с номером a номер пути назначения α на N -м этапе формирования, т.е. выражения вида $\alpha = f(a, N)$.

Следует заметить, что вторая стратегия в [8] соответствует схеме формирования, приведенной в [9].

Третья и четвертая стратегии представляют собой комбинаторный метод формирования состава, соответственно, на 3-х и 2-х сортировочных путях. Схемы формирования состава для указанных методов были опубликованы ранее [5].

В работе [8] была выполнена также сравнительная оценка представленных стратегий по числу этапов формирования, а также по числу переработок на одну группу. Кроме того, выполнена обобщенная оценка экономической эффективности каждого из методов. При этом время формирования составов определялось приближенно по рекомендациям [10] с использованием среднесетевых нормативов.

Теоретическое обоснование комбинаторного метода приведено в [11]. В данной работе в качестве основного критерия оптимальности метода формирования выбрано число маневровых рейсов (этапов)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шабалин, Н. Н. Выбор технологии формирования поездов / Н. Н. Шабалин // Вопрос эксплуатации железных дорог. – М., 1959. – С. 8-22.
2. Шабалин, Н. Н. Формирование поездов в новых условиях / Н. Н. Шабалин // Железнодорожный транспорт. – 1959. – № 9. – С. 56-59.
3. Аксёнов, В.И. Эффективность секционирования путей сортировочных парков станции для переработки местного вагонопотока / В. И. Аксёнов, М. Н. Норматов // Совершенствование методов организации движения поездов, грузовой работы и проектирования станций. – Ташкент, 1974. С. 44-51.
4. Зубков, В. Н. Укрупнение назначений сборных поездов / В. Н. Зубков // Железнодорожный транспорт. – 1975. – № 3. – С. 26-27.
5. Инструктивно-методические указания по разработке и внедрению новой технологии формирования многогруппных составов. – М.: МПС, – 1985. – 24 с.
6. Макаров, В. М. Ускоренное формирование многогруппных поездов на ограниченном числе сортировочных путей / В. М. Макаров // Организация движения и пассажирские перевозки. – ЦНИИТЭИ МПС – 1986. – Экспресс-информ. – № 1. – С. 1 – 26.
7. Тишкин, Е. М. Интенсификация местной работы / Е. М. Тишкин, В. М. Макаров, В. С. Климанов // Железнодорожный транспорт. – 1986. – № 3. – С. 54-58.
8. Тишкин, Е. М. Метод комбинаторной сортировки вагонов – основа интенсивной технологии местной работы / Е. М. Тишкин // Вестник ВНИИЖТа. – 1987. – № 2. – С. 1–6.

9. Грибков, В. Н. Интенсивная технология местной работы на станции Бескудниково / В. Н. Грибков, С. В. Приписцова // Организация движения и пассажирские перевозки. – ЦНИИТЭИ МПС, 1986. – Экспресс-информ. № 1. – С. 26-37.

10. Типовые нормы времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожном транспорте / МПС. – М.: Транспорт, 1987. – 96 с.

11. Тишкин, Е.М. Математические основы метода комбинаторной сортировки вагонов / Е. М. Тишкин, В. М. Макаров, А. Р. Рубинов, Е. В. Кендыс // Вестник ВНИИЖТа. – 1989. – № 8. – С. 1-8.

12. Казовский И. Г., Соловьева Н. П., Приписцова С. В. Формирование многогруппных поездов / И. Г. Казовский, Н. П. Соловьева, С. В. Приписцова // Железнодорожный транспорт. – 1986. – №6. – С. 70-72.

13. Кнут, Д. Искусство программирования для ЭВМ. Том 3. Сортировка и поиск. – М.: Мир, 1978. – 844 с.

14. Дерюгин, И. В. По методу многогруппной сортировки / И. В. Дерюгин, В. М. Макаров // Железнодорожный транспорт. – 1987. – № 2. – С. 26-27.

15. Григорьев, В. В. Интенсификация сортировочной работы с местными вагонопотоками при использовании вспомогательных сортировочных устройств: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., – 1987. – 24 с.

16. Олейник, О. А. Интенсивная технология местной работы / О. А. Олейник // Железнодорожный транспорт. – 1988. – № 12. – С. 15 – 17.

17. Курзов, Н. Р. Применение комбинаторного метода сортировки вагонов на грузовой станции / Н. Р. Курзов // Тез. докл. XVI науч-

но-техн. конф. кафедр БелИИЖТа и ДорНТО Бел. ж. д. – Гомель, 1989. – С. 24-25.

18. Гусев, Ю. Н. Определение оптимальных схем формирования МНГ составов на сортировочной горке / Ю. Н. Гусев // Интенсификация перевозок грузов на железнодорожном транспорте. – М., 1989. С. 71-77.

19. Бобровский, В. И. Автоматизация составления сортировочного листа при использовании комбинаторного метода сортировки вагонов / В. И. Бобровский // Механизация и автоматизация сортировочного процесса на станциях: Межвуз. сб. науч. трудов. – ДИИТ – Днепропетровск, 1990. – Вып. 277/17. – С. 60-69.

20. Бобровский, В. И. Оптимизация формирования многогруппных составов / В. И. Бобровский // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2000. – № 6. – С. 10-14.

21. Макаров, В. М. Оптимизация формирования многогруппных поездов и развоза местного груза / В. М. Макаров, В. В. Олейников // Тр. ВНИИУП МПС России. 2002. – № 1. – с. 99-109.

22. Гренкевич, О. О. Выбор эффективного способа сортировки местных вагонов по критерию эксплуатационных расходов / О. О. Гренкевич // Материалы регион. научн.-практ. конф. «ВУЗы Сибири и Дальнего Востока – Транссибу». – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2002. – С. 69-75.

23. Гренкевич, О. О. Сравнительная эффективность способов формирования многогруппных составов по критерию эксплуатационных расходов по маневровой работе. / О. О. Гренкевич // Сиб. гос. ун-т путей сообщ.. – Новосибирск: Изд-во СГУПС. – 2002. – С. 179-184.

24. Месарош, Пал. Способы многогруппной сортировки вагонов на вытяжках / Пал Месарош // Железнодорожный транспорт. – 1963. – № 11. – С. 85–88.

25. Кенинг, Г. Оптимальный метод одновременного формирования местных грузовых поездов на сортировочных станциях / Г. Кенинг, П. Шальтеггер // Ежемес. бюл. Междунар. ассоц. ж.-д. конгрессов. – М. – 1968. – № 3. – С. 61-67.

26. Архангельский, Е. В. Формирование состава многогруппного поезда (Франция) / Е. В. Архангельский, Я. Д. Фарберов // Железнодорожный транспорт за рубежом: ЦНИИТЭИ МПС. – 1975. – № 2 (164). – С. 65-67.

27. Архангельский, Е. В. Одновременное формирование многогруппных поездов на сортировочных станциях / Е. В. Архангельский // Железнодорожный транспорт. – 1979. – № 7. – С.72-75.

28. Флодр, Ф. Технология работы станций формирования поездов / Ф. Флодр, В. Майжиш, К. Волески. – М.: Транспорт. – 1989. – 134 с.

29. Hansmann, R. Optimal sorting of rolling stock. – 2010. – 173 p.

30. Ivić, M. Track properties for formation. / M. Ivić, I. Belošević, S. Milinković, M. Kosijer, Norbert Pavlović // GRADEVINAR 65 – 2013. – pp. 123-134.

31. Ivić, M. Effects of the application of conventional methods in the process of forming the pick-up trains / I. Miloš, M. Marcović // Yugoslav Journal of operations research. – No. 2 – 2007. – pp. 245-256. – DOI: 10.2298/YUJOR07022451.

32. Jacob, R. Multistage methods for freight train classification. / R. Jacob, P. Martoon, J. Maue, M. Nunkesser // 7th Workshop on algorithmic

approaches for transportation modeling, optimization and systems. Networks. – ATMOS. – 2007. – pp. 158-174.

33. Абуладзе, Л. В. Развитие схем сортировочных станций для широкого внедрения прогрессивной технологии работы и повышения их перерабатывающей способности / Л. В. Абуладзе, А. Г. Биченов // Тез. докл. и сообщ. XII всесоюз. научно-техн. совещания – К. – 1984. – С. 39-41.

34. Абуладзе, Л. В. Совершенствование конструкции подгорочного парка для формирования групповых поездов. / Л. В. Абуладзе, Г. Ш. Телия // Серия «Организация движения и пассажирские перевозки» – М.: ЦНИИТЭИ МПС – Вып. 2 – 1986. – С. 13-16.

35. Телия, Г. Ш. Развитие подгорочных парков и схем сортировочных станций с большой местной работой. / Г. Ш. Телия // Тезисы докладов участников инженерно-технической конференции. Тбилиси, 1987. – С. 26-28.

36. Абуладзе, Л. В. Интенсификация переработки групповых вагонопотоков / Л. В. Абуладзе, А. Г. Биченов, Г. Ш. Телия, З. Д. Месхидзе // Железнодорожный транспорт. – 1990. – № 7 – С. 13-16.

37. Телия, Г.Ш. Совершенствование схем односторонних сортировочных станций для формирования многогруппных составов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М. – 1991. – 24 с.

38. Галатченко, Н. П. О концентрации сортировочной работы / Н. П. Галатченко // Вестник ВНИИЖТа. – 1967. – № 6. – С. 43-45.

39. Сологуб, Н. К. Значение грузовых станций, обслуживающих подъездные пути в крупнейших железнодорожных узлах: Тезисы докл. науч.-техн. конф. / Н. К. Сологуб, А. Б. Фокеев // НИИЖТ. – Новосибирск. – 1991. – С. 78.

40. Сологуб, Н. К. Анализ схем и путевого развития грузовых станций, обслуживающих подъездные пути в крупнейших узлах: Межвуз. сб. научн. тр. / Н. К. Сологуб, А. Б. Фокеев // МИИТ. – М., 1992. – Вып. 855. – С. 75-80.

41. Сологуб, Н. К. Распределение переработки местных вагонопотоков между сортировочными и грузовыми станциями в крупнейших узлах / Н. К. Сологуб, А. Б. Фокеев // Тез. докл. науч.-практ. конф. – СамИИТ, Самара. – 1993. – Ч. 1 – С. 12.

42. Иванько, А. А. Проектирование горок малой мощности в хвосте сортировочных парков. / А. А. Иванько // Киев, 1970. – С. 143-158.

43. Сухопятакин, А. Н. Проектирование устройств для формирования многогруппных поездов на сортировочных станциях / А. Н. Сухопятакин // Сб. науч. Тр. ВЗРШТа. – М. – 1975. – Вып. 80. – С. 24-33.

44. Сухопятакин, А. Н. Исследование вопросов проектирования сортировочных устройств для формирования многогруппных поездов на односторонних сортировочных станциях. / А. Н. Сухопятакин // Вопросы совершенствования проектирования и использования устройств железнодорожных и промышленных узлов: Межвуз сб. научн. тр. – Вып. 548. – М.: МИИТ – 1976. – С. 94-96.

45. Сухопятакин, А. Н. Сортировочные устройства для переработки местных вагонопотоков / А. Н. Сухопятакин // Железнодорожный транспорт. – 1976. – № 1. – С. 36-37.

46. Сухопятакин, А. Н. Развитие сортировочно-группировочных устройств на сортировочных станциях / А. Н. Сухопятакин // Труды ВЗИИТ. – 1978. – Вып. 98, С. 80-88.

47. Сухопятакин, А. Н. Определение числа и длины путей сортировочно-группировочных парков сортировочных станций. / А. Н. Сухопятакин // Труды МИИТ. – 1978. Вып. 593. – С. 98-101.

48. Бакумов, Э. В. Метод определения числа и длины путей вспомогательных сортировочных устройств / Э. В. Бакумов // Вопросы проектирования и расчёта железнодорожных станций и узлов. М., 1976. С. 20-31.

49. Бакумов, Э. В. Проектирование вспомогательных сортировочных устройств / Э. В. Бакумов // Методические указания по проектированию железнодорожных узлов и станций. – Киев. – 1988. – № 113. – С. 4-13.

50. Патент СССР № 556070. Способ сортировки вагонов на последовательно расположенных основном и дополнительном сортировочных устройствах / Тишков Л. Б., Страковский И. И., Сотников Е. А., Корш В. Б., Перминов А. С. – Оpubл. 30.04.1977 г. – Бюл. № 16.

51. Патент СССР № 730616. Устройство для формирования поездов / Трегубов Н. А. – Оpubл. 30.04.1980 г. – Бюл. № 16.

52. Туляганов, У.Т. К вопросу совершенствования технологии работы сортировочных станций по формированию многогруппных поездов / У. Т. Туляганов, У. Т. Бахадиров // Совершенствование методов расчёта и проектирования железнодорожных станций и узлов в условиях Средней Азии и Казахстана. – Ташкент. – 1979. – С. 3-7.

53. Мацкель, С. С. К вопросу специализации горок для формирования различных категорий поездов / С. С. Мацкель, У. Т. Туляганов // Вопросы проектирования и технология транспортных узлов. – М. – 1980. – С. 36-38.

54. Берлин, Н.П. Оптимизация параметров устройств железнодорожных узлов по переработке местных вагонопотоков. / Н. П. Берлин – Гомель: БелГУТ. – 2003. – 35 с.

55. Григорьев, В. В. К вопросу применения вспомогательных сортировочных устройств в железнодорожных узлах. / В. В. Григорьев // Свердловск. – 1983. – С. 19-24.

56. Григорьев, В. В. Учёт изменения числа сортируемых отцепов при определении продолжительности формирования и расформирования передаточных поездов / В. В. Григорьев // Автоматизация и управление технологическими процессами на железнодорожном транспорте. – М. – 1985. – С. 54-58.

57. Григорьев, В. В. Методика оценки схем размещения вспомогательных сортировочных устройств на сортировочных станциях. / В. В. Григорьев – Свердловск. – 1987. – 10 с.

58. Методические указания по проектированию железнодорожных узлов и станций. – Киев. – 1974. – 30 с.

59. Методические рекомендации по проектированию горок малой мощности, оборудуемых средствами механизации и автоматизации сортировки вагонов: ЦДС-11 от 18.02.80. – МПС. – 1980. – 72 с.

60. Методические рекомендации по типовым решениям сортировочных устройств малой мощности и размещению их на станциях формирования многогруппных составов и подач вагонов на грузовые пункты. – ЦНИИТЭИ МПС. – 1986. – 53 с.

61. Абрамов, А. А. Исследование процесса подборки местных вагонов на сортировочных станциях / А. А. Абрамов, И. И. Абрамова // Проблемы наращивания мощности железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. научн. трудов – Вып. 735. – М.: МИИТ. – 1983. – С. 99-110.

62. Абрамов, А. А. Оптимизация путевого развития местных сортировочных парков / А. А. Абрамов, Е. Н. Кирьянова // Вопросы увеличения пропускной способности железных дорог. Ростов-на-Дону. – 1985. – С. 155-160.

63. Абуладзе, Л. В. Эффективное расположение устройств на сортировочных станциях с большой местной работой. / Л. В. Абуладзе, Г. Ш. Телия // Серия «Организация движения и пассажирские перевозки». – М.: ЦНИИТЭИ МПС. – Вып. 4. – 1987. – С. 8-12.

64. Абуладзе, Л. В. Сооружение вспомогательных сортировочных устройств и местных парков на двухсторонних горочных станциях. / Л. В. Абуладзе, Г. Ш. Телия, Д. Н. Джаниашвили // Деп. В БИВУ Госплана ГССР. Сентябрь 1988 г. – Номер регистрации 464-Г. – С. 11.

65. Длугач, Б. А. Опыт проектирования и строительства сортировочных станций и узлов за рубежом. / Б. А. Длугач. – М. – 1966. – 27 с.

66. Рау, С. Полугорка с противоуклоном для повторной сортировки – новое эффективное средство формирования многогруппных поездов. / С. Рау // Железнодорожный транспорт мира. – 1976. – № 12. – С. 64-68.

67. Бобровский, В. И. Теоретические основы совершенствования конструкции и технологии работы железнодорожных станций. / В. И. Бобровский // Дис. ... докт. техн. наук: ДИИТ. – Днепропетровск. – 2002.

68. Близнашка, Э. Г. К вопросу о числе сортировочных путей для местных вагонов / Э. Г. Близнашка // Совершенствование технологии перевозок и увеличение пропускной способности железных дорог: Межвуз. сб. научн. тр. – Вып. 736. – М.: МИИТ. – 1983. – С. 41-48.

69. Руководство по техническому нормированию маневровой работой на железных дорогах Украины. – К. – 2002.

70. Правдин, Н. В. Расчет путевого развития грузовых станций / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей, Н. П. Берлин // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. научн. тр. – Гомель: БелИИЖТ. – 1982. – С. 3-13.

71. Сологуб, Н. К. Методика расчета путевого развития грузовых станций общего пользования / Н. К. Сологуб, Е. Н. Кирьянова // Методические указания по проектированию железнодорожных узлов и станций № 111. - К.: Киевгипротранс. – 1987. – С. 22-38.

72. Берлин, Н. П. Расчеты и оптимизация параметров устройств сортировочных станций, занятых переработкой местных вагонов // Вопросы развития железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. научн. трудов. – Гомель: БелИИЖТ. – 1981. – С. 66-74.

73. Макаров, В. М. Применение ЭВМ в управлении процессом формирования многогруппных составов / В. М. Макаров // Серия «Автоматизированные системы управления». ЦНРШТЭИ МПС. Экспресс-информ. – 1988. – Вып. 2. – 20 с.

74. Чернов, В. Н. Автоматизация формирования многогруппных поездов в хвостовых горловинах сортировочных парков / Чернов В.Н. // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. – Ростов-на-Дону. – 1995. – С. 109-111.

75. Гренкевич, О. О. Совершенствование методов определения загрузки маневрового локомотива при формировании многогруппных составов. / О. О. Гренкевич // Сборник научных трудов. Сиб. гос. ун-т путей сообщ.. – Новосибирск: Изд-во СГУПС. – 2004. – С. 20-25.

76. Гренкевич, О. О. Разработка модели выбора в оперативных условиях оптимального способа сортировки вагонов при формирова-

нии многогруппных составов. / О. О. Гренкевич, С. В. Карасев // Совершенствование эксплуатационной работы железных дорог: Сборник научных трудов. Сиб. Гос. Ун-т путей сообщ.. – Новосибирск: Изд-во СГУПС. – 2004 – С. 26-33.

77. Bodin, L. D. A model for the blocking of trains / L. D. Bodin, B. L. Golden, A. D. Schuster, W. Roming – Printed in Great Britain, Pergamon Press Ltd.. – 1980.– Transportation Res. Part B. Vol. 14(1). – pp. 115–120.

78. Bohlin, M. Optimization methods for multistage freight train formation / M. Bohlin, S. Gestrelus, F. Dahms, M. Mihalak, H. Flier // Transportation science. – Vol. 50. – No. 3. – 2016. – pp. 823-840. – DOI: 10.1287/trsc.2014.0580.

79. Муха, Ю. А. Исследование влияния высоты сортировочной горки на качество прицельного регулирования / Ю. А. Муха, В. И. Бобровский // Вопросы механизации и автоматизации сортировочного процесса на железнодорожных станциях: Труды ДИИТа. – Вып. 168/9. – Днепропетровск. – 1975. – С. 39-54.

80. Муха, Ю. А. Исследование распределения работы между тормозными позициями при регулировании скорости скатывания отцепов на автоматизированной сортировочной горке / Ю. А. Муха, А. М. Бледный, В. И. Бобровский // Механизация и автоматизация сортировочного процесса на станциях: Межвуз. сб. научн. тр. – Вып. 197/12. – Днепропетровск: ДИИТ. – 1978. – С. 15-24.

81. Таха, Х. Введение в исследование операций: В 2-х книгах. / Х. Таха // М.: Мир, 1985. – Кн. 1. – 479 с., Кн. 2. – 496 с.

82. Шафит, Е. М. Расчет времени расформирования составов на автоматизированных сортировочных горках / Е. М. Шафит // Вопросы эксплуатации железных дорог: Труды ДИИТа. – Вып. 61. – М.: Транс-

порт. – 1966. – С. 31-50.

83. Галузеві будівельні норми України. Споруди транспорту. Сортувальні пристрої залізниць. Норми проектування ГБН В.2.3-37472062-1:2012. – Київ.: Міністерство інфраструктури України. – 2012. – 112 с.

84. Косорига, Ю. А. Методика кодирования стрелок и путей подгорочного парка в АСУТП сортировочной горки / Ю. А. Косорига // Автоматизированные системы управления технологическими процессами на железнодорожных станциях: Межвуз. сб. научн. тр. – Вып. 218/10. – Днепропетровск: ДИИТ. – 1981. – С. 26-30.

85. Правила технічної експлуатації залізниць України: затв.: наказ Мінтрансу та зв'язку України 10.12.03. № 962 / Мін-во трансп. та зв'язку України. – К. – 2003.

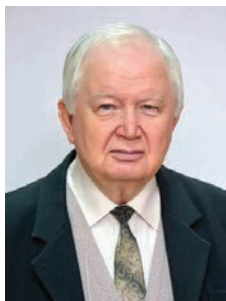
86. Орлов, А. И. Методы проверки однородности связанных выборок. / А. И. Орлов // Журнал «Заводская лаборатория». – 2004. – Т.70. – № 7.

87. Холлендер, М. Непараметрические методы статистики. / Холлендер М., Вулф Д. А. – М.: Финансы и статистика. –1983. – 520 с.

88. Б. Л. ван дер Варден. Математическая статистика. // Изд-во иностранной литературы. – М. – 1960. – 436 с.

89. Таблицы по математической статистике / П. Мюллер, П. Нейман, Р. Шторм. – М.: Финансы и статистика. – 1982. – 278 с.

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

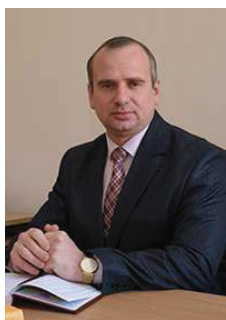


Бобровский Владимир Ильич, д.т.н., профессор кафедры «Транспортные узлы» Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.

ORCID 0000-0001-8622-2920

Круг научных интересов: усовершенствование конструкции сортировочных горок и технологии расформирования составов, имитационное моделирование технологических процессов на транспорте.

e-mail: 1973bvi@gmail.com

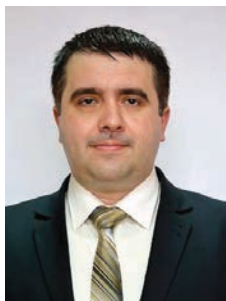


Козаченко Дмитрий Николаевич, д.т.н., профессор кафедры «Управление эксплуатационной работой» Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.

ORCID 0000-0003-2611-1350

Круг научных интересов: организация перевозок на железнодорожном транспорте, маневровая работа железных дорогах, имитационное моделирование технологических процессов на транспорте, безопасность движения, транспортная логистика.

e-mail: kozachenko@upp.diit.edu.ua



Сковрон Игорь Ярославович, к.т.н., доцент кафедры «Транспортные узлы» Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.

ORCID 0000-0003-0697-2698

Круг научных интересов: совершенствование технологии формирования многогруппных составов, расчет рациональных параметров сортировочных устройств.

e-mail: norvoks@gmail.com

Формирование многогруппных составов: Монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, И. Я. Сковрон. Монография посвящена вопросам совершенствования технологии и улучшения параметров технических средств формирования многогруппных составов на железнодорожных станциях. Данная монография предназначена для ученых, инженеров, аспирантов, а также студентов высших учебных заведений железнодорожного транспорта.

Авторский коллектив: профессор Бобровский Владимир Ильич, профессор Козаченко Дмитрий Николаевич, доцент Сковрон Игорь Ярославович. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.



978-613-9-94560-3