

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Днепровский национальный университет железнодорожного
транспорта имени академика В. Лазаряна
Кафедра «Транспортные узлы»

НАЦИОНАЛЬНАЯ ШКОЛА МАСТЕРСТВА И ПРОФЕССИЙ
CNAM, ФРАНЦИЯ

«К ЗАЩИТЕ ДОПУЩЕНО»

Заведующий кафедрой:

к.т.н., доцент _____ Березовый Н. И.
(уч. звание, степень) (подпись) (ФИО)

« ____ » _____ 2020 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ДИПЛОМНОЙ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЕ
на получение УВО «магистр»

Направление 27 «Транспорт»

Специальность 273 «Железнодорожный транспорт»

Специализация «Интероперабельность и безопасность на железнодорожном
транспорте»

Тема: Повышение степени интероперабельности при перевозке
экспортных грузов

Выполнил:

ст.гр. 8-Интер

(подпись)

Гаврилко О.Ю.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель:

к.т.н., доцент

(уч. звание, степень)

(подпись)

Мазуренко А.А.

(фамилия и инициалы)

Днепр
2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Днепропетровский национальный университет железнодорожного
транспорта имени академика В. Лазаряна
Кафедра «Транспортные узлы»

НАЦИОНАЛЬНАЯ ШКОЛА МАСТЕРСТВА И ПРОФЕССИЙ
CNAM, ФРАНЦИЯ

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой:

К.Т.Н., доцент _____ Березовый Н.И.
(уч. звание, степень) (подпись) (ФИО)

« ____ » _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ
НА ДИПЛОМНУЮ МАГИСТЕРСКУЮ РАБОТУ

Гаврилко Олеся Юриевна
(ФИО)

- 1. Тема работы** Повышение степени интероперабельности
при перевозке экспортных грузов
- утверждено приказом по университету № 182ст от “ 27 ” “ 05 ” 2020
- 2. Срок подачи студентом законченной работы** 07 декабря 2020
- 3. Исходные данные для работы** Статистические данные экспорта грузов из
Украины, динамика изменения контейнерных перевозок и поездов

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Название раздела	Объем %	Количество слайдов
1. Анализ состояния экспорта товаров и транзитного потенциала Украины.	20	2
2. Применение контейнеров и перспективы развития контейнерных перевозок в Украине.	25	3
3. Исследование процесса накопления составов на технических станциях.	25	3
4. Разработка предложений по повышению эффективности железнодорожных контейнерных перевозок.	30	2

Студент _____ / Гаврилко О.Ю. /

Научный руководитель _____ / Мазуренко А.А. /

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЭКСПОРТА ТОВАРОВ И ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА УКРАИНЫ	8
1.1 Характеристика экспорта товаров из Украины.....	8
1.2 Транзитный потенциал Украины.....	14
1.3 Постановка задачи дипломной работы	27
2 ПРИМЕНЕНИЕ КОНТЕЙНЕРОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УКРАИНЕ	28
2.1 Анализ рынка контейнерных перевозок	28
2.2 Характеристика контейнеров для перевозки грузов в международном сообщении	36
2.3 Анализ проблем и перспективы развития контейнерных перевозок в Украине	42
3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАКОПЛЕНИЯ СОСТАВОВ НА ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ	47
3.1 Определение характера поступления вагонов на отдельные назначения ПФП	47
3.2 Влияние неравномерности поступления вагонов на отдельные показатели ПФП на технических станциях	59
3.3 Анализ процесса накопления составов	64
4 РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК.....	69
4.1 Организация грузовых перевозок в современных условиях	69

					0042.196550.ДР.2020.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Подпись	Дата	Повышение степени интеропера- бельности при перевозке экспортных грузов	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Гаврилко				Н	3	129
Руков.		Мазуренко				ДНУЖТ, 2020		
Зав. каф.		Березовый						

4.2 Усовершенствование работы технической станции при отправлении грузовых поездов по твердым ниткам графика.....	74
4.3 Определение допустимых размеров переработки при применении твердых ниток графика	82
4.4 Определение эффективности использования твердого графика при отправлении грузовых поездов с технической станции.....	85
4.5 Внедрение разработанного способа организации вагонопотоков на технических станциях.....	89
4.6 Специализированные ускоренные контейнерные поезда	92
ВЫВОДЫ	98
БИБЛИОГРАФИЯ	100
СПИСОК РИСУНКОВ.....	109
СПИСОК ТАБЛИЦ	111
АННОТАЦИЯ.....	129

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

TEU – (Twenty Foot Equivalent Unit) эквивалент двадцатифутового контейнера, условная единица измерения вместимости грузовых транспортных средств;

TRACECA – (TRANSPORT CORRIDOR EUROPE CAUCASUS ASIA)
транспортный коридор Европа – Кавказ – Азия;

АСУ – автоматизированная система управления;

ЕС – Европейский Союз;

МТК – международные транспортные коридоры;

ОСЖД – организация сотрудничества железных дорог;

ПФП – план формирования поездов;

ПТО – пункт технического осмотра;

ТМТМ – Транскаспийский международный транспортный маршрут.

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт Украины является одним из основных перевозчиков грузов на экспорт. Часть грузов перевозится в прямом сообщении, а часть – в смешанном железнодорожно-морском. Около 40% экспортных грузов, которые завозятся в порты для их дальнейшей транспортировки клиентам, завозится железнодорожным транспортом. Значительную долю занимают контейнерные перевозки.

Перевозка грузов в контейнерах есть одним из самых важных сегментов глобального транспортного рынка. Сегодня позиция Украины на нем не наилучшая, ведь контейнеры так и не стали пока что массовым средством доставки грузов в стране. Тем не менее в Украине существует огромный потенциал для развития контейнерных перевозок. В условиях обострения конкурентной борьбы в данной области, большое внимание отводится усовершенствованию процессов контейнерных перевозок, ведется поиск эффективных технологических и организационных решений, которые бы обеспечили сокращение транспортных расходов, сроки доставки, соединили скорость и приемлемую стоимость доставки контейнеров.

Открытым остается вопросы способности системы транспортно-инфраструктурного комплекса железных дорог Украины и взаимодействующих с ними видов транспорта переработать и перевезти те объемы контейнеров, которые формируются сегодня, а тем более рост объемов перевозок. Существующая провозная способность в системе контейнерных терминалов и основных железнодорожных линий пока что имеет определенные резервы, но их использование, особенно в условиях увеличения перевозок, будет зависеть от надлежащего технологического обеспечения, которое включает в себя методы организации процесса доставки грузов в контейнерах, процессы организации перевозок с использованием технических возможностей и перевозочных средств железнодорожного транспорта.

Для наиболее оптимальной организации вагонопотоков по сети железных дорог следует решить задачу эффективного использования инфраструктуры и минимизации эксплуатационных расходов в целом по сети. В настоящее время на железнодорожном транспорте возникает необходимость совершенствования способов управления пропуском грузовых поездов с целью привлечения дополнительных объемов перевозок, что должно обеспечивать сокращение суммарных затрат на перевозки.

Для сокращения сроков доставки грузов за счет рационального использования инфраструктуры железнодорожного транспорта и подвижного состава, а также для совершенствования технологии перевозок активно проводятся мероприятия по внедрению системы движения грузовых поездов по твердым ниткам графика.

Время нахождения вагонов, особенно с переработкой, на технических станциях занимает существенную долю в общих сроках доставки грузов, поэтому одним из лимитирующих элементов доставки в установленные сроки является количество переработок на всем пути следования, а также средний простой на одной технической станции.

Целью работы повышение степени интероперабельности при перевозке экспортных грузов за счет усовершенствования технологии работы технических станций и использования твердых ниток графика движения поездов.

Объектом исследования является процесс перевозки грузов.

Предметом исследования является технология организации контейнерных поездов.

1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЭКСПОРТА ТОВАРОВ И ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА УКРАИНЫ

1.1 Характеристика экспорта товаров из Украины

Сегодня Украина находится на этапе, когда экономическая и торговая интеграция в европейское и мировое сообщество становится приоритетной задачей для страны. Благодаря географическому расположению Украина, как самая большая по территории европейская страна, вызывает интерес со стороны как восточных, так и западных соседей, а также Китая (как одной из наиболее мощных экономик в мире). Торговые потоки между странами определяются множеством разных факторов как экономического, естественного, так и политического характера. Процессы глобализации вместе с необходимостью обеспечить ресурсы экономического развития в последнее время значительно изменили направления торговых потоков в мире. Отношения с Европейским Союзом (ЕС) приобретают для Украины особое значение в текущее время для определения собственных перспектив и резервов для повышения уровня международных торговых контактов и уровня конкурентоспособности отечественной экономики на мировом рынке.

Для более полного анализа состояния экспорта товаров необходимо определить те страны, с которыми Украина имеет значительные объемы товарооборота. Это позволит в дальнейшем не упустить основные направления сотрудничества с ними, а также определить стратегию развития торговых отношений на мировом рынке.

В соответствии с [1] по состоянию на 2019 год Украина имеет довольно широкую географию экспорта своих товаров (см. рисунок 1.1). При этом основными торговыми партнерами страны являются страны ЕС и Китай. Но пока что значительную роль в экспорте играет Российская Федерация. В связи с конфликтом интересов между Украиной и Российской Федерацией необходимо искать возможности замены данного рынка на рынки других стран.

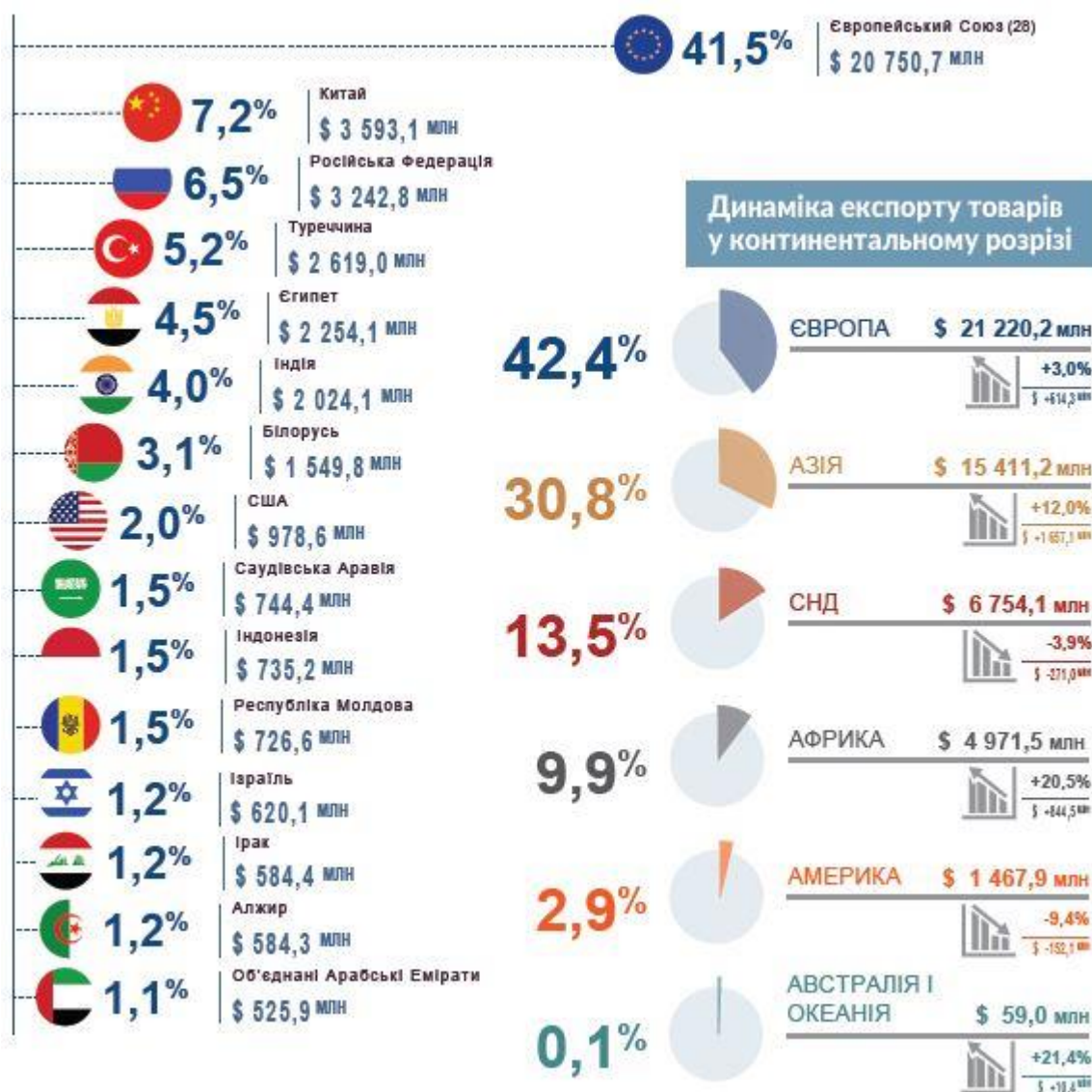


Рисунок 1.1. – Доля стран-партнеров в экспорте товаров из Украины

Динамика роста экспорта товаров в 2019 году, приведенная на рисунке 1.2 свидетельствует о том, что Китай все более серьезно интересуется товарами, произведенными в Украине [2, 3]. Также Украине стоит обратить внимание на сотрудничество с такими странами как Турция, Египет и Индия. Экономика Турции в последнее время имеет устойчивый рост и требует сырьевого наполнения промышленности для производства собственных товаров. Касательно Египта и Индии – здесь необходимо обратить внимание на поставку продукции аграрно-промышленного комплекса.

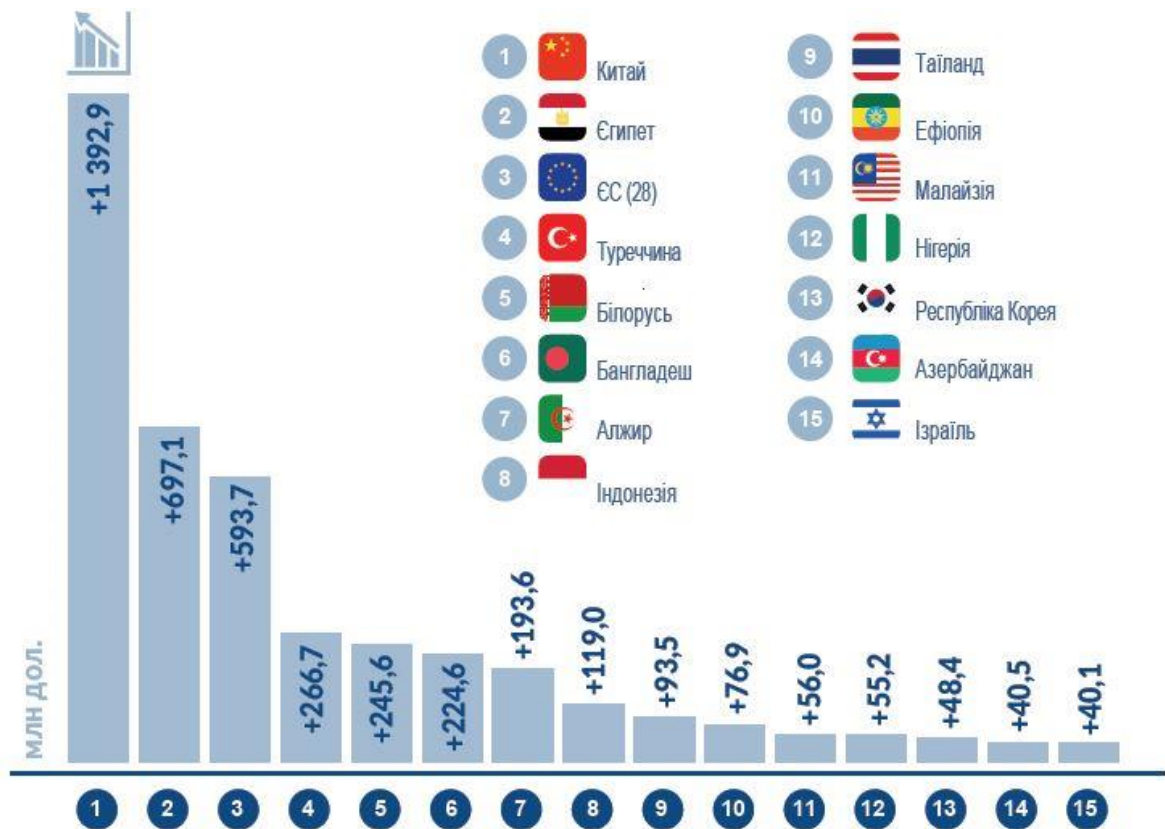


Рисунок 1.2. – Прирост торгівлі України со странами-партнерами

В структуре мирового экспорта Украины в 2019 году преобладает аграрная продукция (44%) и прокат металлов (22%), их суммарная доля составляет 66 % всего экспорта (см. рисунок 1.3).



Рисунок 1.3. – Структура мирового экспорта товаров из Украины

На рынках стран ЕС сравнительные преимущества Украины оказываются в сырьевых товарных группах (см. рисунок 1.4). На третьем месте по доле экспорта в страны ЕС стоит экспорт древесины и продукции деревообрабатывающего комплекса.



Рисунок 1.4. – Структура экспорта товаров в страны ЕС из Украины

Главными торговыми партнерами Украины в ЕС являются Польша, Италия и Германия. В эти страны экспортируется, прежде всего, зерно, подсолнечное масло и другая агропродукция, металлопрокат [1, 4-6].

С 1 января 2016 года действует соглашение о зоне свободной торговли между Украиной и ЕС. Объемы экспорта и импорта товаров за годы действия соглашения увеличились (см. рисунок 1.5) [7].

Объем экспорта товаров из Украины в Евросоюз в 2015 году составил 13 млрд долларов, в 2016-м – 13,5 млрд, в 2017-м – 17,5 млрд, в 2018-м – 20,2 млрд долларов, в 2019-м – 20,8 млрд (на 59,4% больше с начала работы договора).

После введения зоны свободной торговли Украина стала больше продавать товаров в Бельгии, Ирландии, Мальте, Эстонии, Люксембурге, Словении и Нидерландах.

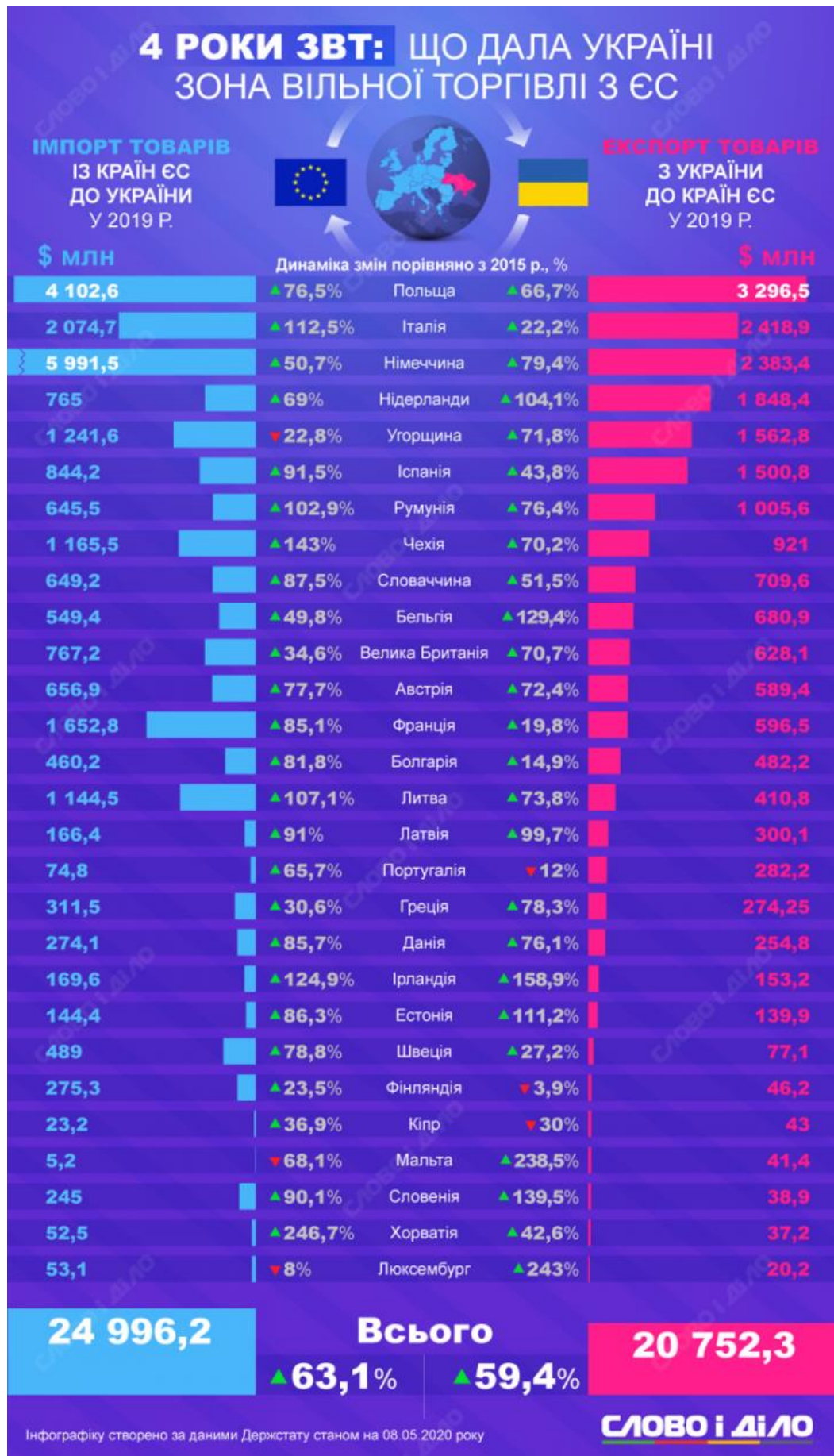


Рисунок 1.5 – Аналіз експорту-імпорту товарів в країни ЄС.

В Украине накоплен значительный опыт регулирования внешнеэкономической деятельности. Постепенно совершенствуются методы повышения конкуренции украинских предприятий на мировых рынках. Например, предприятия нефтегазового комплекса Украины смогли победить (в составе консорциумов с турецкими партнерами) в тендерах на строительство двух ветвей газопровода на территории Турции (стоимость проектов – \$190 млн.). Для координации экспортной политики страны созданы советы и ассоциации экспортеров [8].

В Украине постепенно упрощаются процедуры таможенного контроля на границах [9, 10]: уже действуют около 100 пунктов упрощенного пропуска на границе с Румынией, Польшей, Словакией, Венгрией и Молдовой. Это уменьшает затраты перевозчиков и повышает конкурентоспособность Украины как экспортера транспортных услуг.

Несмотря на внутренние экономические неурядицы, Украина, безусловно, обладает внутренним потенциалом для создания конкурентоспособной экономики и укрепления позиций на международных рынках [11].

По уровню запасов и добычи минерально-сырьевых ресурсов страна входит в первую тройку стран континента. Украина производит до 5 % мирового минерального сырья и продукции его переработки. Причем в стоимостном выражении украинское минеральное сырье оценивается в \$15 млрд.

Кроме того, Украина владеет свыше 25 % наиболее плодородных черноземов мира, имеет благоприятные климатические условия. Усовершенствование АПК и применение новейших технологий смогут значительно укрепить позиции Украины на рынках сельскохозяйственной продукции. На данный момент значительное количество предприятий пищевой промышленности выпускают продукцию, отвечающую мировым стандартам качества, которая реализуется не только в странах ЕС, но и в странах Азии и Америки.

Украина имеет значительный потенциал в высокотехнологических отраслях промышленности. Она занимает видное место среди ведущих стран мира (США, Россия, Франция, Китай) в космической сфере; участвует в ряде

крупных международных проектов (Sea Launch; создание международной космической станции). Украина входит в девятку государств мира, выпускающих военно-транспортные самолеты, а также в группу стран-лидеров в экспорте оружия и военно-технических услуг.

Однако только наличие данных факторов не обеспечивает увеличения экспорта товаров и не может само по себе влиять на повышение конкурентоспособности промышленного комплекса страны в мировой экономике. Для этого необходима системная работа как государства, так и производителей продукции над развитием производства, внедрения передовых технологий (для снижения себестоимости продукции и расширения ассортимента), расширения существующих рынков и завоевания новых.

1.2 Транзитный потенциал Украины

Транзитный потенциал – это совокупность всех имеющихся средств и возможностей, которые могут быть использованы для обеспечения транзита. Взаимоотношения между субъектами транзита регулируются системой государственных, межгосударственных и международных законодательных актов. То есть на повышение транзитного потенциала будет влиять активизация деятельности Украины в направлении присоединения к международным соглашениям и конвенциям относительно транспорта и перевозок, а также учет норм действующего международного законодательства в национальных законодательных актах. Самым важным национальным актом, который определяет принципа организации и осуществление транзита грузов через территорию Украины, есть Закон Украины " О транзите грузов" [12].

Факторы, которые определяют потери транзитных грузопотоков, можно разделить на две группы: внешние и внутренние [13]. Большинство внутренних проблем функционирования транспортного комплекса имеют системный характер и нуждаются в решении на общегосударственном уровне и серьезного реформирования транспортной сферы в целом.

Согласно тенденциям мирового экономического развития в ближайшем будущем можно ожидать существенный рост товарообмена в направлении

Европа - страны Азиатско-тихоокеанского региона. Так, по оценкам экспертов ЕС, до 2020 года можно ожидать увеличения товарообмена по этим направлениям на 30-35 %. Можно ожидать также роста товарообмена по направлению европейской оси «Север-Юг» – по экспертным оценкам до 2020 года на 25-30 % [14].

В связи с этим Украина имеет потенциальные возможности для привлечения дополнительных транзитных потоков через свою территорию по этим направлениям при условии реализации дополнительных мероприятий по дальнейшему развитию и модернизации собственной транзитной транспортной инфраструктуры и создания благоприятных условий для перемещения транзита территорией страны [13].

Транзит является катализатором развития широкого спектра сопутствующих услуг. Он стимулирует развитие собственного транспортного машиностроения, содействует эффективному использованию резервов перевозочных возможностей национальных транспортных систем, стимулирует их воспроизведение и усовершенствования. Тому транзит следует рассматривать не только как часть бизнеса, который прибавляет свой взнос во ВВП, но и как важный элемент международного позиционирования страны [15].

Развитие транспортных коридоров в Украине позволит эффективно использовать удачное географическое расположение нашей страны на карте Европы, которая, в свою очередь, будет содействовать созданию новых рабочих мест; значительно увеличится количество заказов украинским предприятиям.

В течение тысячелетий в мире есть два основных глобальных центра экономической деятельности и научно-культурного развития: Европа и Китай [16]. Их вес столетиями двигалась вверх и вниз, но оба были полюсами развития еще до того, как Северная Америка стала третьим, и такими они и остаются на данное время.

В целом для современной экономики Китая характерен высокий уровень зависимости от зарубежных (международных) рынков. Страна является

ведущим в мире экспортером, а экспорт приносит государству до 80 % его валютных поступлений. По данным [17] экономика Китая занимает второе место в мире. На рисунке 1.6 показана динамика изменения экспорта товаров из Китая (в долларах США) [18].

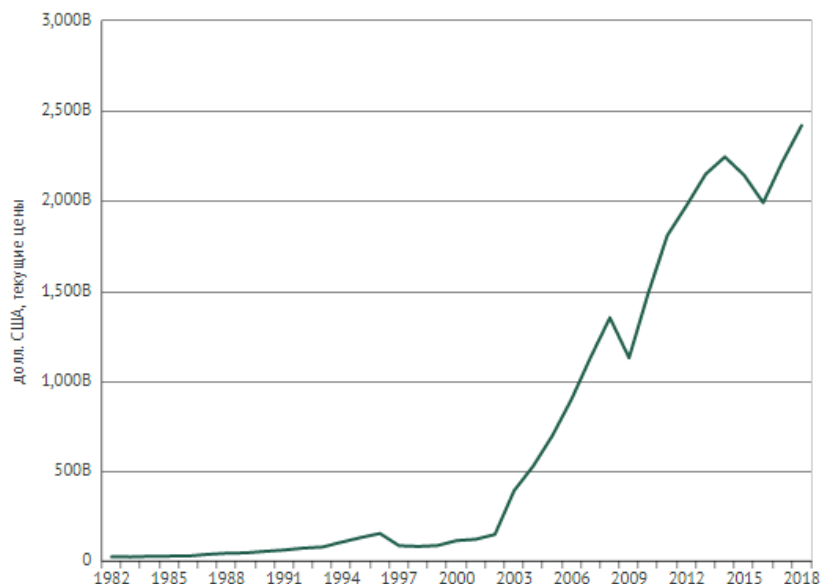


Рисунок 1.6 – Динамика изменения экспорта товаров из Китая (в долларах США).

В экспортоориентированном секторе экономики занято около 20 млн чел., на внешнем рынке реализуется порядка 20% добавленной стоимости, создаваемой в промышленности и сельском хозяйстве. Номенклатура экспорта насчитывает 50 тыс. позиций по товарам и услугам, и данный показатель имеет устойчивую тенденцию к росту. Китай поддерживает торговые отношения почти со всеми субъектами современного мирового хозяйства (с 80 из них – на основе специальных межправительственных соглашений). К основным торговым партнерам Китая относятся США, Япония, страны ЕС, на которые приходится свыше половины торгового оборота страны. Китай традиционно является ведущим в мире экспортером массовой продукции потребительского назначения – текстиля, игрушек, обуви, одежды. Вместе с тем в последнее десятилетие страна занимает лидирующие позиции в мире по экспорту электроники, телекоммуникационного и офисного оборудова-

ния, продукции автомобилестроения, а также (частично) некоторых высокотехнологичных товаров [19].

Основные наименования грузов, перевозимых между ЕС и Китаем, перевозятся в двадцатифутовых или сорокафутовых контейнерах. Транзитный контейнерный грузопоток из Китая в ЕС за 2010–2017 годы вырос с 5.6 тыс. TEU до почти 262 тыс. TEU [20].

Исторически сложилось, что Украина расположена на пересечении товаропотоков направлений «Север-Юг», «Европа-Азия», по ее территории могут проходить стратегически важные для Евразийского материка международные транспортные коридоры [21, 22].

Проводя анализ существующих международных транспортных коридоров (МТК) между ЕС и Китаем, необходимо принимать во внимание сложившуюся классификацию транспортных коридоров.

Из наиболее значимых систем транспортных коридоров, представляющих интерес в рамках текущего анализа можно выделить следующие:

- панъевропейские транспортные коридоры (критские) — транспортные коридоры (система транспорта, то есть железных и автомобильных дорог) в Центральной и Восточной Европе;
- железнодорожные транспортные коридоры ОСЖД (организация сотрудничества железных дорог);
- коридоры Евроазиатской конференции по транспорту;
- коридор TRACECA (TRANSPORT CORRIDOR EUROPEAN CAUCASUS ASIA – транспортный коридор Европа – Кавказ – Азия);
- коридоры СНГ.

Панъевропейские транспортные коридоры, которые представлены на рисунке 1.7, представляют собой смешанные коридоры, то есть включающие как автомобильные, так и железнодорожные маршруты [23]. Коридоры ОСЖД представлены только железнодорожными маршрутами.

Территорией Украины проходят панъевропейские транспортные коридоры: №3; №5; №9. Кроме того, между Украиной и Польшей существует

международный транспортный коридор Гданьск – Одеса (Балтийское море – Черное море) и МТК TRACECA. (см. рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Панъевропейские транспортные коридоры.

В мае 1993 года в Брюсселе на международной конференции с участием руководящих лиц 8 республик бывшего СССР (Азербайджан, Кыргызстан, Армения, Таджикистан, Грузия, Туркменистан, Казахстан, Узбекистан) для выполнения программы ЕС, направленной на развитие транспортного коридора из Западной Европы через Черное море, Кавказ и Каспийское море в центральную Азию, была выдвинута идея создания МТК TRACECA. Программа TRACECA есть компонентом межгосударственной программы Tacis. В 1996 г. на конференции в Афинах к программе TRACECA присоединилась и Украина.

Протяженность сети железных дорог Украины составляет 22 тыс. км, а протяженность международных транспортных коридоров по территории

Украины - 3,2 тыс. км. По объемам перевезенных грузов украинские железные дороги занимают четвертое место на Евразийском континенте (после Китая, России и Индии) и шестое место в мире. Инфраструктура коридоров, проходящих по территории Украины, позволяет обеспечить пропуск существующих и перспективных грузопотоков.

Кроме панъевропейских коридоров существует проект Транскаспийского международного транспортного маршрута (ТМТМ) – Middle Corridor, вдохновителями которого стали Казахстан, Азербайджан и Грузия (см. рисунок 1.8) [24].

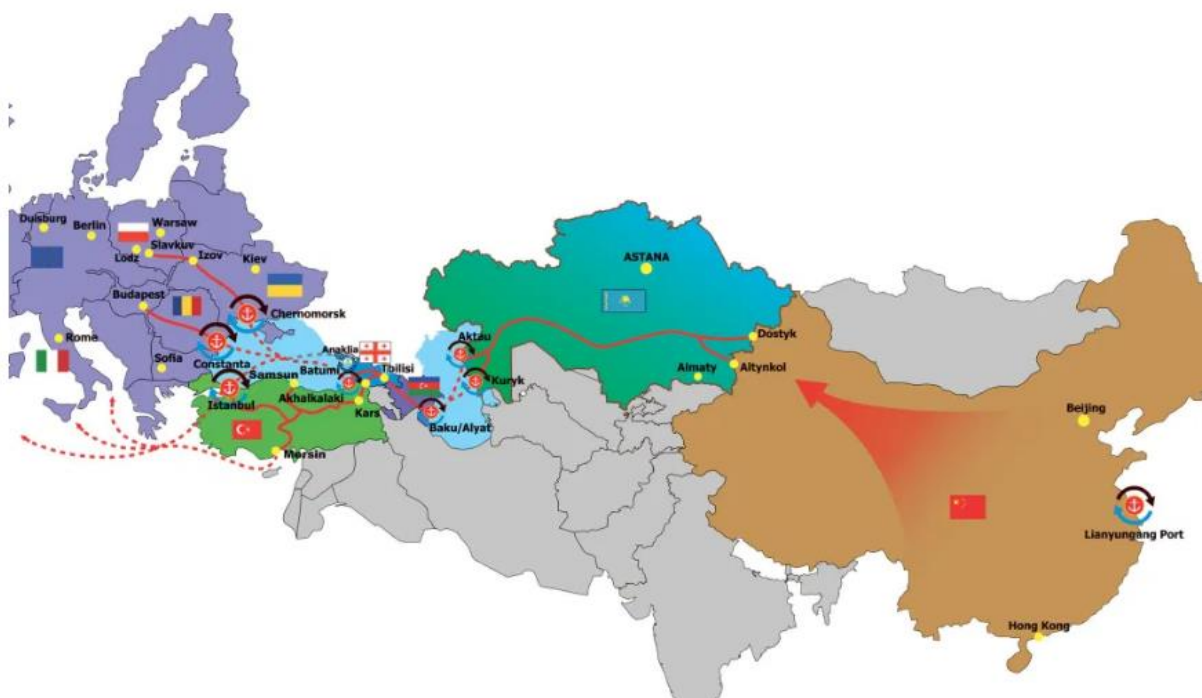


Рисунок 1.8 – Транскаспийский международный транспортный маршрут.

В отличие от проекта ТРАСЕСА, мотивы создания которого изначально включали политический контекст, проект ТМТМ более прагматичен и конкретен. В 2017 году была создана Международная ассоциация «Транскаспийский международный транспортный маршрут», в состав которой помимо железнодорожных компаний и портовых администраций Казахстана, Азербайджана и Грузии вошли железнодорожные операторы Турции и Украины. Помимо этого, в качестве ассоциативных членов и партнеров к проекту присоединились транспортные компании и портовые администрации Китая,

Польши и Румынии. Столь значительное расширение географии участников свидетельствует о наличии заинтересованности в развитии транспортных коммуникаций между Востоком и Западом, которые стали бы альтернативными маршрутами перевозок уже существующим магистралям.

После завершения Турцией строительных работ на железнодорожной ветке Баку-Тбилиси-Карс, открытия в Аляте комплекса Бакинского международного морского торгового порта, а также запуска Казахстаном автомобильной составляющей паромного комплекса порта Курык привлекательность коридора существенно повысилась. Так, к примеру, согласно прогнозам на 2017 год объемы трафика на маршрутах ТМТМ должны были составить порядка 750 тысяч тонн грузов. Однако объемы перевозок по итогам 2017 года составили 1,2 млн. тонн, что позволило повысить планку ожидаемого грузооборота в рамках ТМТМ в 2018 году до 4 млн. тонн.

Здесь нужно отметить, что ключевым моментом по наращиванию товарооборота в рамках проекта является увеличение контейнерных перевозок. Данный компонент во многом ориентирован на привлечение трафика из Китая, что вполне закономерно учитывая объявленную Пекином инициативу «Пояса и пути». Реализуя стратегию развития трансевразийских контейнерных перевозок, Китай ежегодно увеличивает объемы грузопотока наземными маршрутами в направлении Европы.

Немаловажным фактором мировой торговли является срок доставки грузов от производителя к конечному получателю. На рисунке 1.9 приведено среднее время доставки грузов из Китая в ЕС морским транспортом (36-45 суток) и с использованием железнодорожного транспорта (11-18 суток) [25].

Для ведения внешней торговли с десятками стран мира нужна разветвленная сеть современных транспортных коммуникаций. Быстрый интернет, развитие авиации и другие приметы современного мира превратили 45-дневный срок доставки из «вполне нормального» в «слишком медленный». Бизнес в Азии и Европе начали искать альтернативные способы отправки грузов. В таких условиях началось создание одного из самых масштабных проектов XXI века – Нового Шелкового пути.

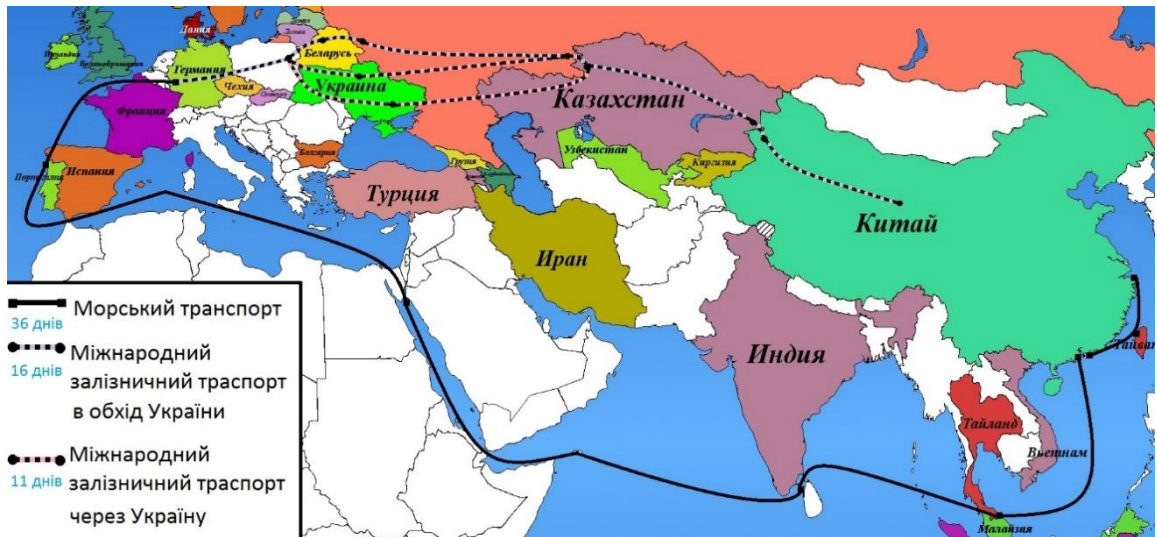


Рисунок 1.9 – Сравнение морского и наземного путей между Китаем и ЕС.

Это автомобильные и железные дороги, которые объединяют транспортные системы нескольких государств в общую сеть. Оказалось, что по суше доставка из китайского Ляньюньгана в немецкий Дуйсбург или голландский Роттердам занимает всего две недели – в три раза быстрее чем доставка морем.

В сухопутной части «Нового Шелкового пути» предполагается строительство трёх железнодорожных коридоров (см рисунок 1.10).

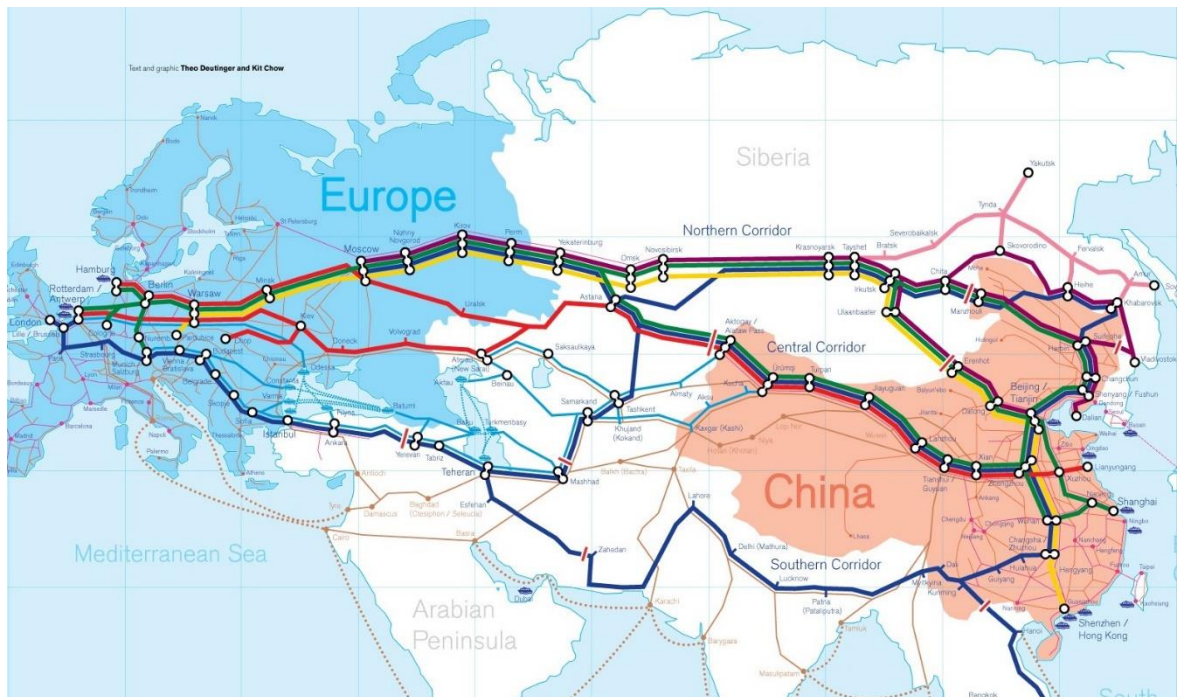


Рисунок 1.10 – Проект «Новый Шелковый путь».

Северный коридор пройдет через территорию России, а центральный и южный — через территорию Центральной и Средней Азии, в том числе через Казахстан. Впоследствии железнодорожные коридоры будут дополнены автомобильными [26].

По замыслу инициаторов проекта Новый Шелковый путь должен включать наземную и морскую составляющие.

Наземный Шелковый путь начнется в Сиане (провинция Шэньси), затем пройдет через весь Китай в Ланьчжоу (провинция Ганьсу), в Синьцзян-Уйгурский автономный район, г. Урумчи, пересечет Центральную Азию, Иран, Ирак, Сирию, Турцию. Далее, пройдя через Босфорский пролив, он направится в Москву, продлится до Роттердама и закончится в Венеции (Италия), где встретится с морской составляющей.

Одним из перспективных направлений есть так называемый «Средний Коридор», приведенный на рисунке 1.11 [27].

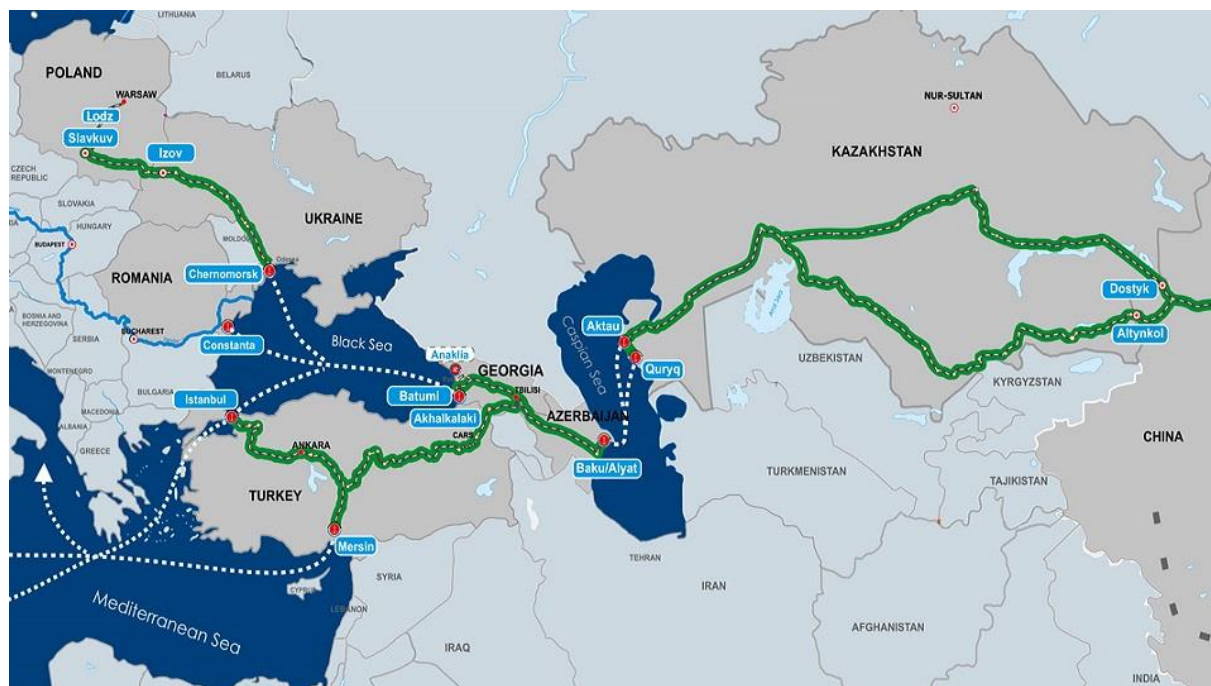


Рисунок. 1.11 – Средний коридор Нового Шелкового пути.

Маршрут через Турцию не единственный в Среднем Коридоре. У него есть две другие ветви, которые все еще требуют паромного сообщения на

Черном море. Первая ветка проходит от грузинского порта Батуми до румынского порта Констанца.

Вторая черноморская ветвь Среднего Коридора идет на северо-запад к Украине. В январе 2016 года состоялась пробная поездка контейнерного поезда из морского порта Черноморск на казахстанскую железнодорожную станцию Достык на границе с Китаем. На прохождение всей дистанции ушло около 16 дней, включая два паромных сообщения: одно между Черноморском и Батуми, другое между Баку и Актау.

Третий маршрут пытается организовать польский железнодорожный грузовой оператор PKP LHS. По нему компания намерена получить доступ к из Польши в Китай и Иран, используя широкую колею в южной части страны. В 2018 году PKP LHS уже провела пробные поезда через Украину в Китай и Иран по Среднему Коридору.

Средний Коридор ранее был известен как «Транскаспийский международный транспортный маршрут» (ТМТМ). В 2014 году коридор был предложен семью логистическими компаниями из Казахстана (Казахстанские железные дороги и Морской порт Актау), Азербайджана (Азербайджанские железные дороги, Бакинский морской порт и Азербайджанское Каспийское пароходство) и Грузии (Грузинская железная дорога и Батумский морской порт).

На начальном этапе участники намеревались разработать мультимодальные транспортные маршруты между своими странами, особенно в направлении из Казахстана в морские порты Грузии. Позже другие страны, такие как Украина, Румыния, Турция, Польша присоединились к Среднему Коридору. В результате открылись новые возможности для перевозки грузов из Китая в Европу [27].

Создание транспортных коридоров и вхождение их в международную транспортную систему признано приоритетным общегосударственным направлением развития транспортно-дорожного комплекса Украины [28]. В

святи с этим Украина также участвует в развитии проекта Нового Шелкового пути.

Так в 2016 году Литва и Украина подписали меморандум, который объединяет проект «Викинг» (грузовой железнодорожный маршрут Черноморск-Минск-Клайпеда) с Новым Шелковым путем, который пролегает от Китая до Черного моря (см.рисунок 1.12). Оба маршрута были предназначены для транзита в обход российских территорий и теперь, после подписания соответствующего документа, объединились в единый транзитный путь, связывающий Китай и Европейский Союз [29].



Рисунок 1.12 – Викинг и Новый Шелковый путь объединены.

Новый Шелковый путь не заменит собой имеющихся транспортных артерий между Европой и Китаем, но может стать для Китая и ЕС средством диверсификации рисков, связанных с Россией. Маршрут является логичным продолжением новой версии «Шелкового пути» и транспортной альтернативой российским железным дорогам, которая позволит перенаправить грузопотоки между Европой и Азией в обход территории России.

Для Украины было очень важным связать его с проектом «Викинг». Вне всякого сомнения, основными выгодоприобретателями проекта Новый Шелковый путь (и связывания его с «Викингом») являются страны Южного

Кавказа: Грузия и Азербайджан, по которым ранее такие мощные потоки товаров не шли. Для Украины такой маршрут торговли с Азией, что требует использования паромных переправ, менее удобный, чем сухопутный. Он и дороже, и дольше на 4-5 дней. К тому же его запуск не исключает возможности поступления в Европу китайских товаров и через Россию.

Конкурировать новому маршруту придется с двумя уже имеющимися основными путями товарооборота.

Первый из них – традиционный морской, через Макао, Аденский залив, Суэцкий канал, огибая Иберийский полуостров – и до крупных немецких портов. Отличается он небольшой стоимостью (поскольку большая часть маршрута проходит по морю) и небольшой скоростью, по тем же причинам.

Второй – это транссибирская магистраль, поток с которой дальше проходит через территорию России, Беларусь и идет на Польшу. Здесь как скорость доставки (чуть больше двух недель), так и ее стоимость заметно выше, чем на морской дороге.

Первое и очевидное преимущество данного варианта пути - заметно меньшее расстояние, которое придется преодолевать китайским товарам. При том и сам обход российской территории, с точки зрения ЕС, Китая, является фактом положительным, поскольку ни Украина, ни Грузия или Казахстан не станут использовать этот транспортный коридор как рычаг давления на Европу или Китай.

В пользу этой альтернативы говорит и тот факт, что большинство ключевых этапов этого транспортного коридора тоже уже существуют и даже функционируют. Впрочем, есть у этой альтернативы и определенные недостатки. Среди них: необходимость частой перегрузки контейнеров с товарами, которые ждет три железнодорожных этапа и два морских. Теоретически, учитывая возможности современного портового хозяйства, такие переходы – не слишком большая проблема. Но когда по коридору пойдет большой поток товаров, это потребует слаженной работы всех логистических служб нескольких стран.

Ассоциация "Высокоскоростные магистрали" (Украина) предлагает построить высокоскоростную железную дорогу из Китая в Европу через Украину (см. рисунок 1.13). Магистраль, по задумке авторов идеи, соединит Китай с 7 государствами - Казахстаном, Узбекистаном, Туркменистаном, Азербайджаном, Грузией, Украиной и Польшей. Ширина колеи на всем пути должна соответствовать китайскому стандарту, то есть 1435 мм, а скорость движения поездов - превышать 250 км/ч.



Рисунок 1.13 – Проект высокоскоростной железной дороги из Китая в Европу через Украину

Проект предполагает создание альтернативного Нового Шелкового пути из Китая в Европу. Общая длина ж/д коридора должна составить 5100 км (без учета морских отрезков), что на 200 км короче Евразийского сухопутного моста (Китай-Казахстан-Россия-Беларусь-Польша), по которому сейчас проходят контейнеры из Китая в Евросоюз, и позволят сэкономить как минимум 4,5 млрд долларов при средней стоимости 1 км высокоскоростной железной дороги в 21 млн долларов [30].

1.3 Постановка задачи дипломной работы

Современные тенденции в экономике и политике Украины являются благоприятными для увеличения объемов экспорта своей продукции. Для этого необходимо определить основные проблемы, связанные с экспортом грузов, разработать практические рекомендации по их решению с учетом интересов всех участвующих сторон. Необходимо провести анализ всех составляющих процесса перевозки грузов, определить проблемы для реализации более быстрого прохождения их по территории Украины. Изучить взаимодействие морского и железнодорожного видов транспорта, а также выполнить анализ и усиление железнодорожной линии с целью повышения скорости продвижения грузопотоков.

На основании накопленного опыта других стран необходимо выполнить анализ возможности увеличения объема контейнерных перевозок на сети железных дорог Украины за счет расширения номенклатуры грузов, которые могут быть перевезены в контейнерах. Необходимо выполнить анализ и дать оценку возможности использования новых видов подвижного состава и способов перевозки с целью увеличения скорости продвижения грузопотоков.

В работе необходимо исследовать процесс формирования поездов на технических станциях, так как данный процесс имеет значительное влияние на сроки доставки грузов. На основании результатов исследования будут разработаны и проанализированы предложения, которые позволят повысить эффективность железнодорожных контейнерных перевозок и могут гарантировать своевременную доставку грузов клиентам.

2. ПРИМЕНЕНИЕ КОНТЕЙНЕРОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УКРАИНЕ

2.1 Анализ рынка контейнерных перевозок

Одним из путей повышения конкурентоспособности на железнодорожном транспорте может быть своевременная доставка грузов по принципу «от дверей до дверей» [31]. Большое значение для ускорения доставки имеет их контейнеризация, поскольку основными результатами применения контейнеров, кроме повышения степени сохранности и снижения себестоимости перевозок, есть экономия расходов и времени на тару и упаковку грузов, а также на погрузочно-разгрузочные работы.

За счет ускорения доставки грузов от грузоотправителей до грузополучателей именно контейнеризация перевозок дает экономию времени. В работах [32, 33] выделяются такие составные части эффекта от контейнеризации перевозок грузов, которые можно перевозить в контейнерах:

- экономия эксплуатационных расходов на затаривание и упаковку тарно-штучных грузов, получаемая грузоотправителями;
- экономия эксплуатационных расходов на погрузочно-разгрузочные работы;
- эффект от повышения сохранности грузов;
- эффект от ускорения доставки грузов в контейнерах, который рассчитывается на основе стоимостной оценки сокращения грузовой массы в дороге;
- эффект от снижения расходов на создание складов для хранения грузов, что учитывается как сокращение оборотного капитала.

Динамика объемов перевозок грузов в контейнерах имеет только возрастающую тенденцию и представлена на рисунке 2.1 в миллионах TEU (Twenty Foot Equivalent Unit – эквивалент двадцатифутового контейнера) в год [34].

Global TEU Trade

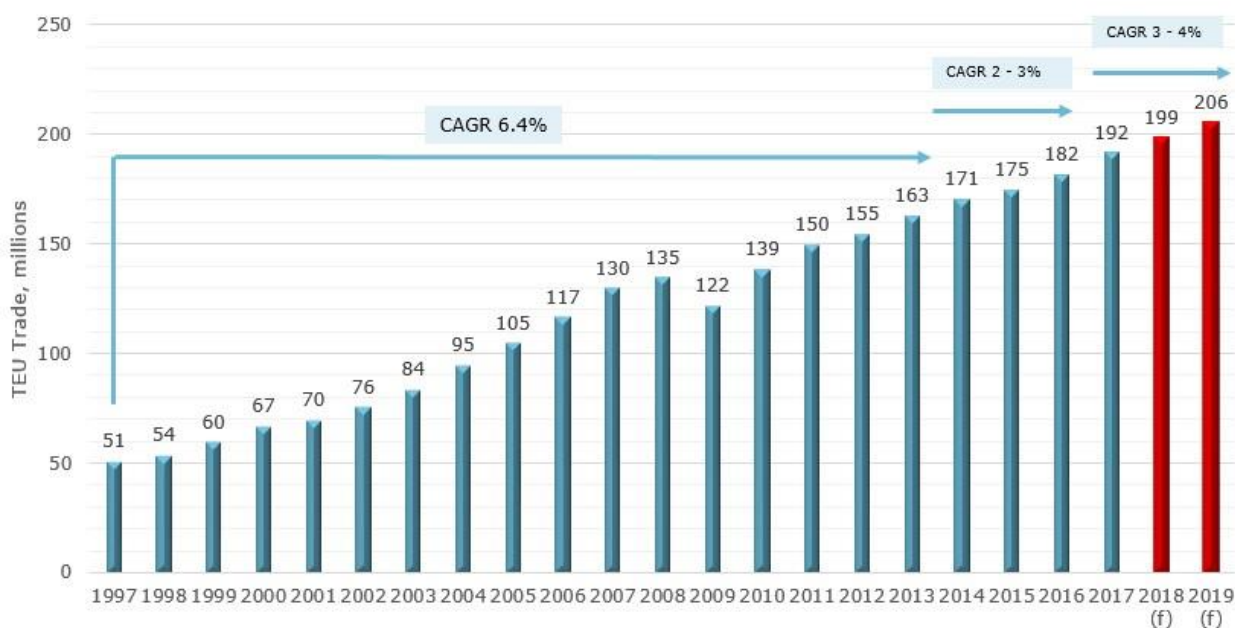


Рисунок 2.1 – Динамика мирового объема контейнерных перевозок

Значительная часть этого объема приходится на перевозку между Китаем и странами ЕС. Рынок железнодорожных перевозок из Китая в направлении Европы – самый динамичный и стремительно развивающийся в текущем десятилетии. Примерно 80% грузов между странами ЕС и Китаем перевозится в контейнерах: около 90% грузов, ввозимых в ЕС из Китая (импортных), и 70–75% — вывозимых из ЕС в Китай (экспортных).

Транзитный контейнерный грузопоток из Китая в ЕС за 2010–2016 годы вырос с 5.6 тыс. TEU до почти 100 тыс. TEU. По итогам 2017 года объем контейнерных перевозок в направлении Китай – Европа – Китай составил около 262 тыс. TEU, что почти в 1.8 раза превышает показатель 2016 года [35]. На рисунке 2.1 приведена динамика объема контейнерных перевозок между Китаем и странами ЕС с прогнозом до 2030 года. Анализ данной динамики свидетельствует о том, что к 2030 году, по сравнению с 2020 годом, объемы контейнерных перевозок возрастут в 2,5 раза.

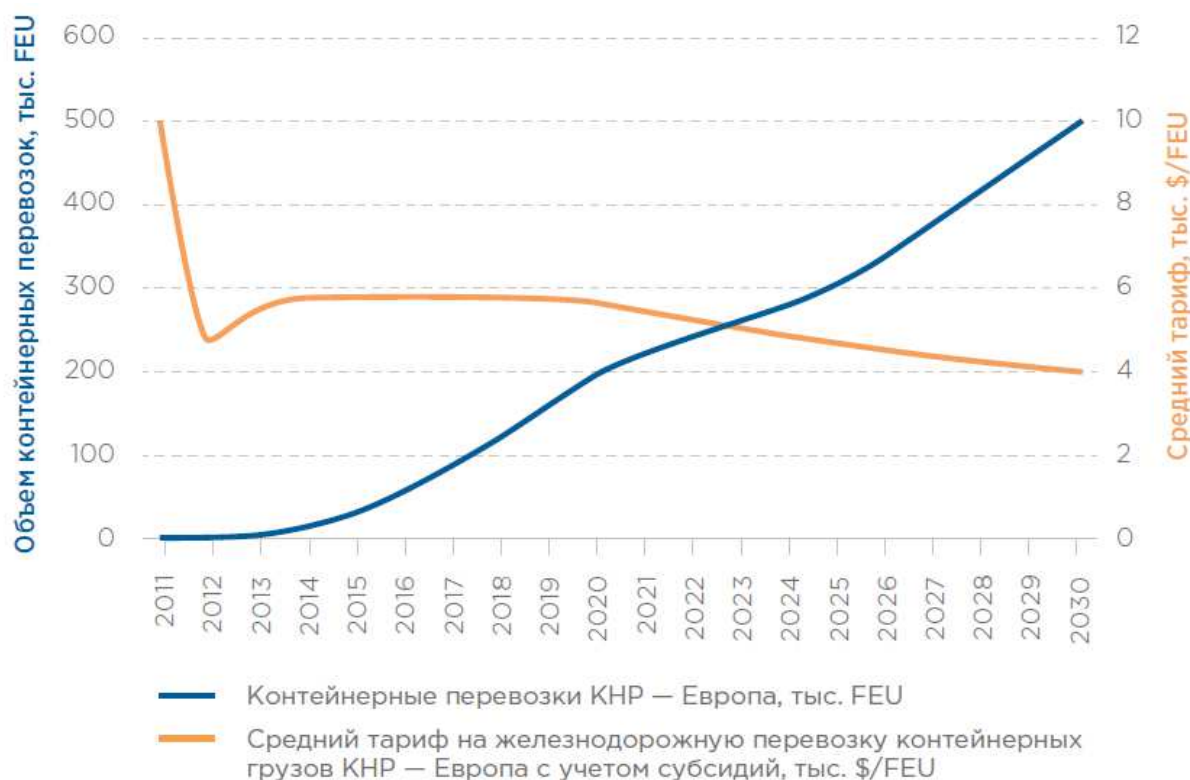


Рисунок 2.2 – Динамика объема контейнерных перевозок между Китаем и странами ЕС.

Товарная структура взаимной торговли стран ЕС с Китаем, в основном, состоит из контейнерных и контейнеропригодных грузов, в том числе грузов, которые могут быть переключены с морского на железнодорожный транспорт. Это создает хорошие перспективы для существенного роста железнодорожного транзитного контейнеропотока (ЕС – Китай) через территорию Украины.

Железнодорожные тарифы достигли конкурентного уровня в сравнении с морскими перевозками. При этом все остальные преимущества на стороне железнодорожного транспорта: это и скорость доставки, и перевозка по расписанию, и сохранность грузов.

По данным Китайской железнодорожной корпорации, в период с 2011 по 2016 год годовое число отправленных поездов составляло 17, 42, 80, 308, 815 и 1702 соответственно. Резкий скачок был отмечен в 2017-м, когда по маршрутам Китай – Европа было отправлено 3673 поезда. В 2018 году это число выросло до 6363 составов – на 73% больше, чем в 2017 году. На ри-

сунке 2.3 приведено среднее количество поездов в неделю, которые были отправлены в ЕС [35].

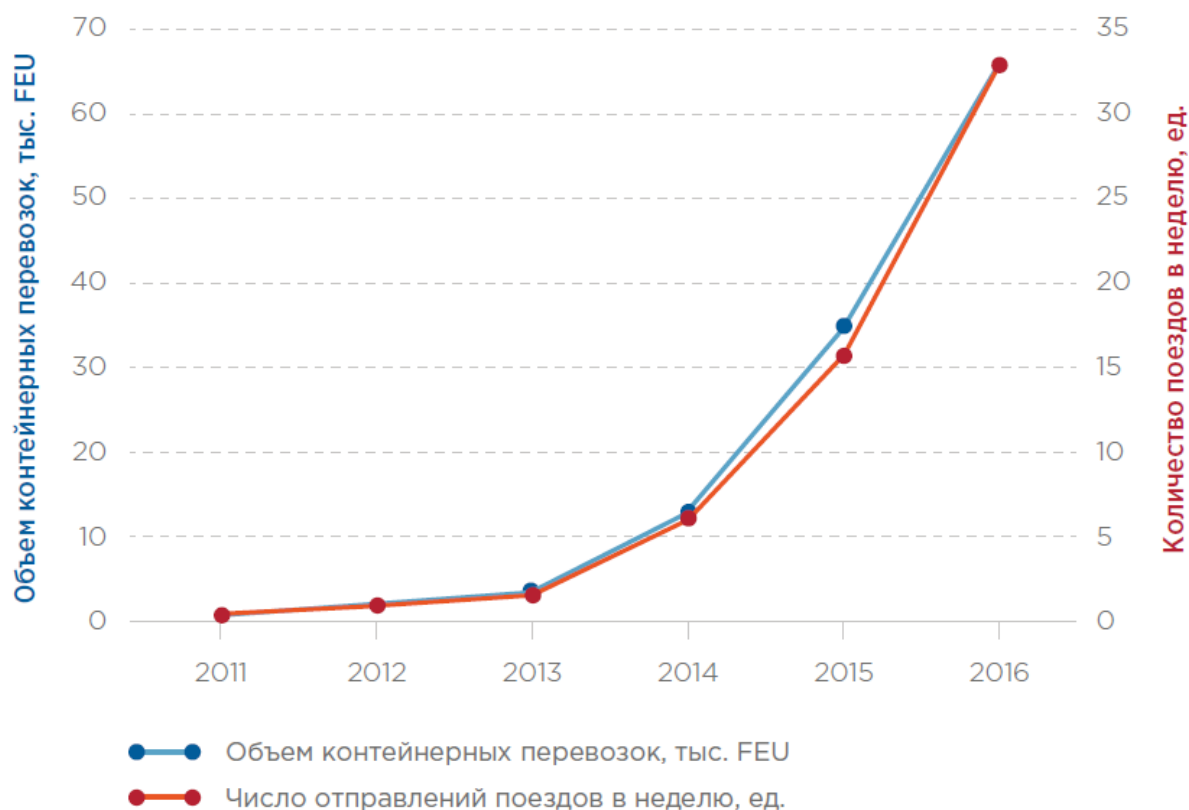


Рисунок 2.3 – Динамика среднего количества поездов в неделю между Китаем и странами ЕС.

Увеличение числа маршрутов и частоты отправок контейнерных поездов расширяет возможности этого сегмента грузоперевозок и стимулирует интерес к нему со стороны грузовладельцев. Ближайшие два-три года будут полностью загружаться все регулярные поезда из Китая.

Для привлечения дополнительного грузопотока между ЕС и Китаем через Украину необходимо дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры и устранение барьеров на пути продвижения.

Что же касемо экспорта украинских товаров, то в контейнерах перевозится значительная номенклатура грузов отечественного производства. На рисунке 2.4 приведена динамика изменения объемов железнодорожных перевозок контейнеров в Украине.

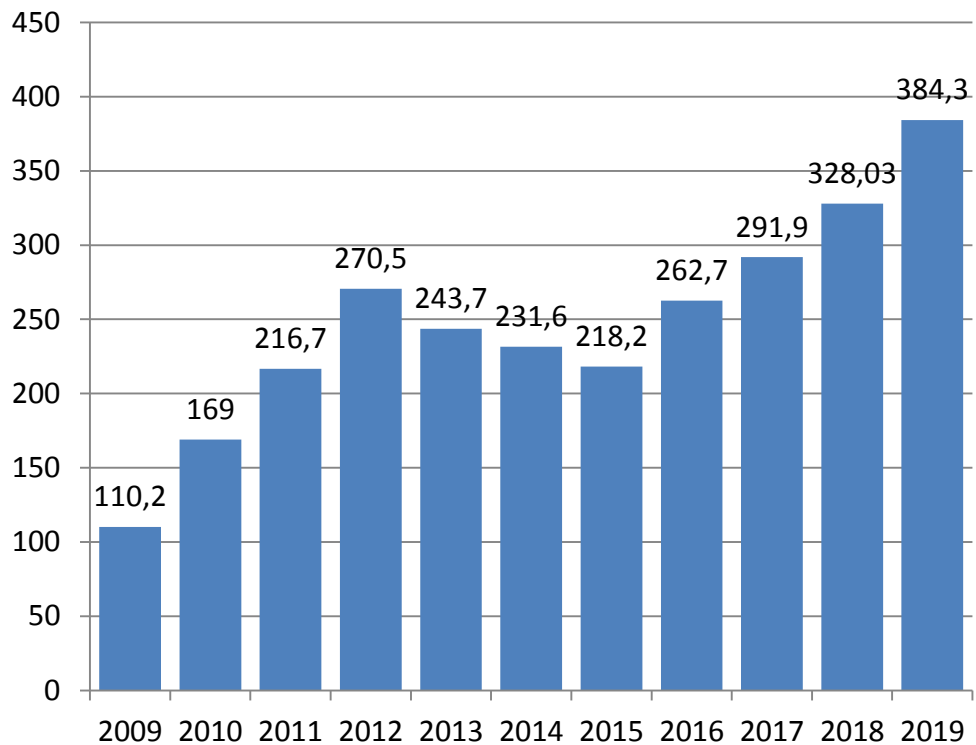


Рисунок 2.4 – Динамика изменения объемов железнодорожных перевозок контейнеров, тыс TEU

Анализируя структуру украинского грузопотока в портах за 9 месяцев 2020 года [36], которая приведена на рисунке 2.5, можно сделать вывод, что достаточно большая часть контейнеропригодной продукции доставляется по безконтейнерным схемам.

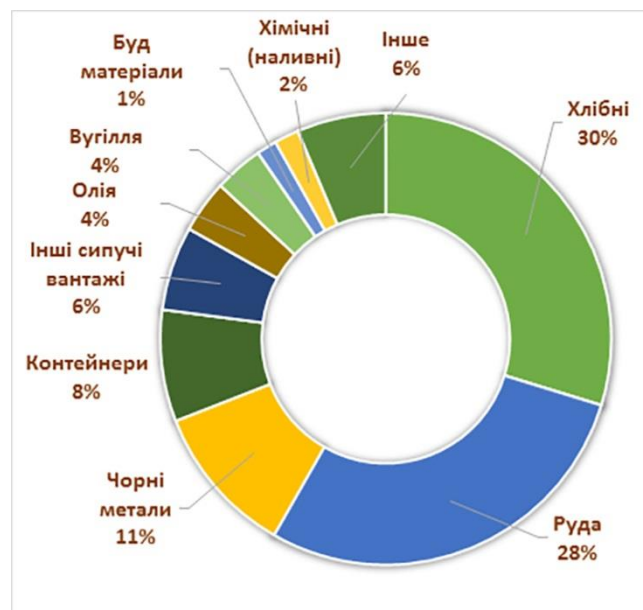


Рисунок 2.5 – Структура украинского грузопотока в портах за 9 месяцев 2020 года

Наиболее перспективной технологией железнодорожных перевозок контейнеров есть организация контейнерных поездов. Эта технология широко распространена в мире, особенно при организации международных перевозок. В Украине накоплен значительный опыт организации контейнерных перевозок. В частности, хорошо освоены технологии перевозки контейнеров специализированными поездами [37]. Укрзализныця с каждым годом увеличивает количество контейнеров, которые перевозятся контейнерными поездами, динамика роста объемов перевозки контейнерными поездами приведена на рисунке 2.6. В 2019 году более 30% всех перевезенных контейнеров были перевезены в контейнерных поездах.

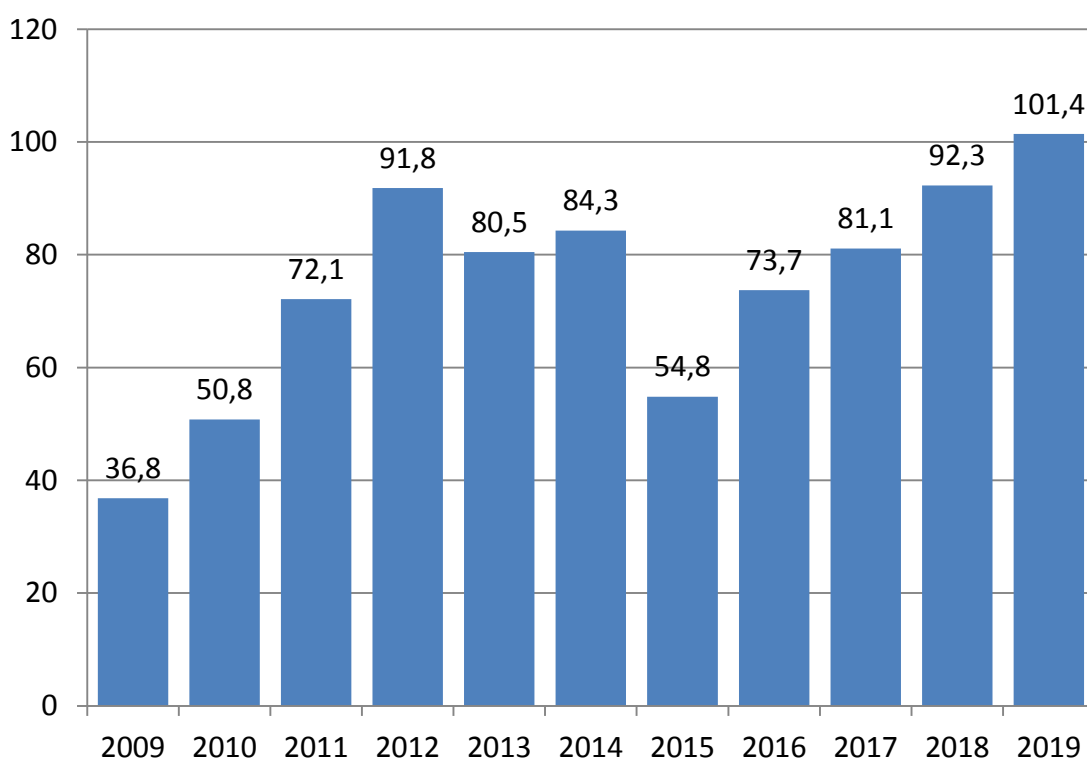


Рисунок 2.6 – Динамика изменения объемов перевозки контейнерными поездами в Украине, тыс TEU

С целью увеличения объемов перевозки, ускорения доставки и сохранности грузов в контейнерах Укрзализныцей организованы следующие контейнерные поезда и поезда комбинированного транспорта в направлениях международных транспортных коридоров (см. рисунок 2.7), а также территорией Украины, например: «Ленд Бридж» (Китай-Венгрия), проект "ФИАТ"

(Пескара, Италия – Тихоново, Россия), «Славянский-Экспресс», «Чардаш» (Будапешт-Москва), «Одесса», «Хрещатик», «Днипровец», «Подилля», Запорожье – Варшава – Запорожье, Николаев – Ильичевск – Николаев, Варшава – Одесса-Лиски – Варшава, Мариуполь – Киев-Лиски, Румыния – Москва – Румыния, Киев-Лиски – Дорнешти, контейнерный поезд «Викинг» [38].

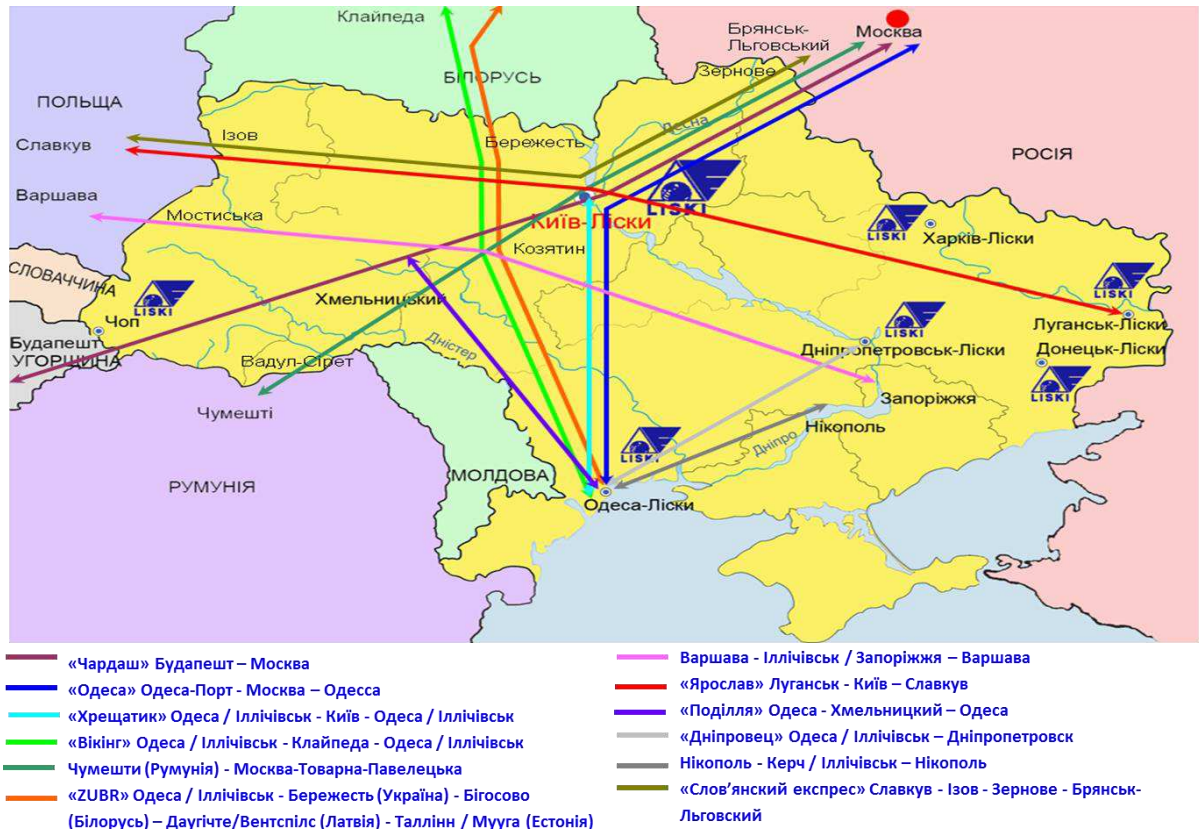


Рисунок 2.7 – Схемы маршрутов контейнерных поездов и поездов комбинированного транспорта

Результаты 2019 года для контейнерных перевозок железными дорогами Украины были достаточно хорошими. Согласно [39] организовано 41 контейнерный поезд, из которых 32 курсируют на регулярной основе. На протяжении 2019-го организовано курсирование 26 новых контейнерных поездов, как правило, это внутренние маршруты.

Итоги работы контейнерных поездов в 2019 году (см. рисунок 2.8) показали, что наибольшее количество контейнеров было перевезено в режиме экспорт/импорт и мало внимания было уделено транзитным перевозкам.



Рисунок 2.8 – ТОП-10 контейнерных поездов по объемам перевозок

Контейнерные поезда используются для перевозки контейнеров железной дорогой, из них некоторые могут осуществляться по мультимодальным контрактам. Привлекательность этих поездов в том, что они являются специализированными и ходят по графику, поэтому могут конкурировать с альтернативными автомобильными перевозками. С точки зрения мультимодального транспортного оператора, это улучшает качество пакета услуг железной дороги и снижает риски. В ЕС большинство этих контейнерных поездов ходят между морскими портами и большими таможенными базами, потому что они имеют достаточную специализированную вместительность. Операторы мест-

ных контейнерных перевозок также работают во многих странах, в частности, когда расстояние транзита превышает 500 км. Однако они менее распространены вследствие трудностей с привлечением достаточного потока на едином маршруте и большой конкуренции со стороны автомобильных перевозок. Они чаще выступают унимодальными перевозчиками, но в некоторых странах железной дороги создали отдельные дочерние подразделения, подобные ДП УДЦТС «Лиски», для предоставления таких услуг, и предлагают транспортные услуги [40].

Высокая эффективность применения контейнеров, по сравнению с другими вариантами доставки доказана расчетами и подтверждена практикой [41,42]. Например, вариант контейнерной перевозки металлопроката железнодорожным транспортом обеспечивает снижение продолжительности грузовых операций в пути следования на 25% по сравнению с перевозкой в полувагоне; транспортных затрат - на 15% [43]. Кроме того, контейнеры - универсальная многооборотная тара, обеспечивает высокую сохранность грузов, поскольку снижает риск порчи, кражи при осуществлении погрузочно-разгрузочных операций и в процессе доставки. Как следствие, в последнее время при заключении договоров все больше потребителей на внутреннем и внешнем рынках отдают предпочтение контейнерам.

2.2 Характеристика контейнеров для перевозки грузов в международном сообщении

Современный грузовой контейнер представляет собой тару, имеющую стандартизированный размер и предназначение. Для любого вида груза можно подобрать наиболее подходящий контейнер по функциям и параметрами. Конструкция состоит таким образом, что предназначена для мультимодальных перевозок, а это крайне удобно и экономично. У каждого вида контейнеров имеется унифицированное расположение фиксаторов – фитингов, что позволяет избежать или значительно сократить работы по закреплению.

Независимо от назначения все контейнеры стандартизованы по габаритам, массе брутто, присоединительным размерам, а также по конструкции для крепления [44].

Существует ряд типов контейнеров, которые различаются как по размерам и грузоподъемности, так и по видам перевозимых и хранящихся в них грузов, но в основе классификации лежит деление на:

- универсальные контейнеры общего назначения;
- универсальные контейнеры особого назначения;
- специализированные контейнеры.

К контейнерам особого назначения относятся универсальные контейнеры, имеющие конструктивные особенности для облегчения укладки груза, либо для других особых целей, например вентиляции. Существуют следующие типы контейнеров особого назначения:

- Открытая платформа-контейнер. Удобен для погрузки и транспортировки тяжелой техники. Выполнен такой контейнер в виде грузовой платформы, не имеющей верхней рамы, но той же длины и ширины, что и основание стандартного контейнера. Он оборудован верхними и нижними угловыми фитингами, чтобы для подъема и закрепления можно было использовать стандартные грузоподъемные приспособления;

- Контейнер - платформа со складывающимися торцевыми стенками. Хорошо подходит, если груз не негабаритный и существуют проблемы с его загрузкой, а так же если он уникален по своим характеристикам и его невозможно разместить в стандартный вариант. Такие контейнеры можно использовать при перевозке модульных конструкций, спецтехники, военной техники, крупного производственного оборудования и т.п.;

- Закрытый вентилируемый контейнер. Используется для перевозки грузов, которые должны быть закрыты и не могут противостоять повышенной влажности. Он похож на обычный контейнер для сухих грузов, но со специально разработанной физической или механической системой вентиляции. В первом случае вентиляция достигается с помощью отверстия в верх-

нем и нижнем отделе каркаса. Во втором, применение специального механизма с электроприводом, при работе которого происходит искусственный воздухообмен и вентиляция. Используется такой тип контейнера редко и в основном для доставки грузов, которым требуется создание специальных условий.

Специализированные контейнеры служат для перевозки и временного хранения грузов ограниченной номенклатуры – сыпучих, жидких, скоропортящихся или чувствительных к температуре, опасных. Помимо прочего эта группа подразделяется и по соответствующим физико-механическим и прочностным характеристикам контейнера, например по типу материала, из которого он изготовлен, способности поддерживать заданную температуру в определенных условиях, испытательному давлению и т. д.

По конструкции специализированные контейнеры делятся на три типа: жесткие; мягкие; комбинированные.

Специализированные контейнеры жесткой конструкции изготавливают из деревянных и металлических или только металлических элементов. В последние годы все более широко используют мягкие (эластичные) контейнеры, преимуществами которых являются компактность при перевозке в порожнем состоянии, меньший коэффициент тары, чем у контейнеров из алюминия, и простота исполнения.

– Изотермический контейнер – это контейнер с изолированными стенками, дверями, полом и крышей, которые ограничивают теплообмен между внутренним пространством контейнера и внешней средой. Термоизолированным называется изотермический контейнер, использующийся без холодильных и/или отопительных установок;

– Рефрижераторный контейнер с восполняемым хладагентом представляет собой изотермический контейнер, имеющий в качестве хладагента сухой лед или сжиженные газы. Такой контейнер не требует наружного источника энергии или подачи горючего. Рефрижераторный контейнер с ма-

шинным охлаждением или отоплением оснащают холодильной установкой или обогревательным устройством;

- Контейнер-цистерна или танк-контейнер включает в себя два основных элемента – цистерну и каркас. Цистерны производят из нержавеющей и углеродистых сталей для перевозки легковоспламеняющихся, ядовитых и химически агрессивных жидкостей и сжиженных газов. Для перевозки пищевых продуктов (подсолнечное масло, патока, этиловый спирт и др.) изготавливают цистерны с повышенными требованиями к обработке внутренней поверхности, оснащенные специальной сливно-наливной арматурой;

- Контейнер для сыпучих грузов представляет собой универсальный контейнер с верхними загрузочными и разгрузочными люками и служит для перевозки сыпучих грузов.

В практике международных перевозок используются разные типы контейнеров, их классификация по габаритам предусматривает два основных типоразмера модулей [44]: длиной 20 футов (≈ 6 м) и длиной 40 футов (≈ 12 м). Основные характеристики 40-футовых контейнеров приведены в таблице 2.1, а 20-футовых контейнеров – в таблице 2.2.

Наиболее популярными контейнерами 20 и 40 футов являются стандартные, с одной двухстворчатой дверью. Но и они имеют некоторые разновидности, которые позволяют перевозить другие группы грузов. Так, например, для перевозки зерновых грузов используются контейнеры, конструкция которых приведена на рисунке 2.9.



Рисунок 2.9 – Контейнеры для перевозки сухих сыпучих грузов

Таблица 2.1 – Типы 40-футовых контейнеров






Название	Внешний вид	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Объем, м. куб	Макс. загрузка, кг
Стандартный		12,032	2,352	2,393	67,7	28 800
Высокий (High Cube)		12,032	2,352	2,698	76,4	28 600
Рефрижератор		11,578	2,280	2,525	64	29 500
Открытый верх (Open Top)		12,022	2,347	2,333	65	26 350
Платформа (Flatrack)		12,072	2,311	2,135	—	35 170

Таблица 2.2 – Типы 20-футовых контейнеров

Название	Внешний вид	Дли- на, м	Шири- на, м	Высо- та, м	Объ- ем, м. куб	Макс. загруз- ка, кг
Стандартный		6,06	2,44	2,59	33,3	21 700
Рефрижератор		6,06	2,44	2,60	26,5	24 000
Изотермиче- ский		6,06	2,44	2,44	26,3	17 760
Открытый верх (Open Top)		6,06	2,44	2,59	32,6	21 500
Танк-контейнер		6,06	2,44	2,60	24	21 000
Платформа (Flatrack)		6,06	2,44	2,59	27,9	20 000

Для ускорения и удобства погрузки/выгрузки грузов используются контейнеры, конструкция которых приведена на рисунке 2.10.

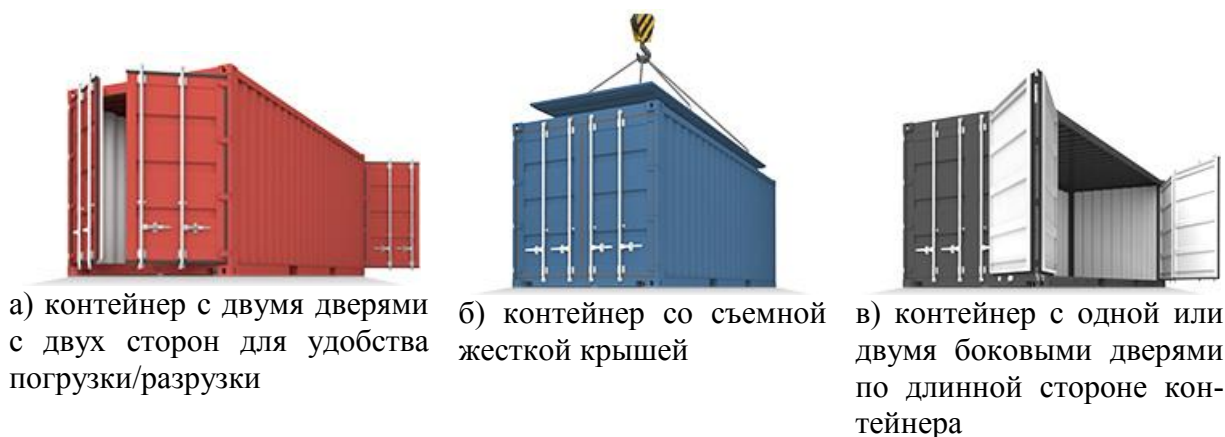


Рисунок 2.10 – Варианты конструкции стандартного контейнера

Разработки в области создания новых конструкций продолжаются, несмотря на то, что контейнеры представляют собой довольно простые и хорошо проработанные устройства.

2.3 Анализ проблем и перспективы развития контейнерных перевозок в Украине

Состояние контейнерных и других видов перевозки комбинированного транспорта в Украине отстает от мирового уровня и развитых стран, при этом последние годы характеризуются довольно существенному росту в определенных видах контейнерных перевозок. Кроме того, контейнерные мощности в портах Украины позволяют перерабатывать около 2 млн. TEU в год [45].

Эффективность контейнерных перевозок зависит от внедрения новых перевозочных технологий, способных привлечь дополнительные объемы перевозок [46], а также часть грузов с автомобильного транспорта.

На железнодорожном транспорте Украины существует значительный потенциал для развития перевозок грузов в контейнерах.

Основными видами транспортных услуг в части контейнерных перевозок, которые предоставляются железными дорогами, есть: одиночные кон-

тейнерные отправки, маршрутные группы и контейнерные поезда, а также сопутствующие услуги.

Одной из важных проблем является невозможность перевозки 40 футовых контейнеров украинской железной дорогой. А невозможным оно стало из-за тарифов, которые рассчитываются исходя из объема перевозки, то есть плата за 40 футовый контейнер являет собой почти вдвое большую сумму, чем за 20 футовый. В отличие от железной дороги, автотранспорт считает 20 или 40 футовые контейнера «грузом», и потому их транспортировка стоит почти одинаково. Именно этим и можно объяснить малую проницаемость на рынок перевозок 40 футовых контейнеров. Такая ситуация вызывает беспокойство, потому что количество 40 футовых контейнеров, которые поступают в Украину, увеличивается благодаря торговым операциям с югом, юго-восток и югом Азии, поставщики которых стараются максимально увеличить объемы продукции, которая доставляется, а, кроме этого, на их рынках сбыта оперируют именно 40 футовыми контейнерами [40]. Эту проблему возможно решить только при разработке правильной тарифной политики.

Следующие проблемы связаны с технологией контейнерных перевозок, которая обеспечивает относительно низкую маршрутную скорость в большинстве видов осуществляемых перевозок [47]. Отсюда следует:

- недостаточная ценовая конкуренция перевозок контейнеров на малые и средние расстояния;
- недостаточный ассортимент и качество сервиса и экспедиторских услуг;
- низкий уровень развития логистической и терминальной инфраструктуры;
- сложность технологического и коммерческого взаимодействия клиентов с Укрзализныцей.

Уровень развития технологий контейнерных перевозок и сопутствующих (дополнительных) услуг недостаточен и является сдерживающим фак-

тором для реализации потенциала контейнеризации и наращивания объемов транзитных перевозок. Для этого необходима разработка и реализация комплекса организационных, технологических и коммерческих мероприятий и активное привлечение партнеров в повышении качества сквозного сервиса и улучшение ценового предложения клиентам [47].

В доработке нуждаются и Правила перевозок грузов в контейнерах с учетом современных технологий, которые применяются при осуществлении таких перевозок. Также нужны изменения в методологии построения тарифов на перевозку контейнеров. Давно созревшая необходимость перехода от расчета тарифов за контейнер к тарификации за вагон с контейнерами и за контейнерный поезд с учетом массы груза, который перевозится, и тары контейнера [47].

Таким образом, основным приоритетами усовершенствования технологического обеспечения развития существующих и внедрение новых транспортных продуктов контейнерных перевозок должны стать:

- создание и внедрение перспективной технологии консолидации и доставки одиночных и групповых контейнерных отправок в составе контейнерных поездов, введение жесткого графика движения для обеспечения скорости перевозок и терминальной обработки;
- реорганизация структуры и технологий информационного обеспечения контейнерных перевозок;
- эволюционность реформирования существующих технологий без нарушения существующих технологических процессов;
- максимальное использование существующей инфраструктуры и подвижного состава с них постепенным техническим переоснащением;
- обеспечение главных конкурентных преимуществ новых контейнерных технологий железнодорожных перевозок: скорости доставки на средние и большие расстояния, а также уровень ассортиментов дополнительных услуг.

Обеспечение технической готовности инфраструктуры должно включать в себя устранение «узких мест», снятие ограничений скорости и повышение нагрузок на ось на отдельных участках движения. Обеспечение технической готовности подвижного состава должно включать создание новых типов контейнерных платформ (сочлененного типа, двухъярусных перевозок и скоростных перевозок), развития парка специализированных контейнеров [47].

Таким образом, на основе проведенного анализа научных работ за темой исследования, статей и других источников выявленные проблемы, вопрос и сформулированы научные задачи исследований, которые необходимо решить:

- исследовать закономерности формирования международных контейнеропотоков и их характеристики;
- проанализировать технологическое обеспечение контейнерных перевозок железными дорогами Украины;
- проанализировать научно-методологические подходы к организации технологического обеспечения контейнерных перевозок грузов;
- разработать экономико-математические модели процессов технологического обеспечения контейнерных перевозок грузов с использованием провозных способностей железнодорожного транспорта в условиях динамической внешней среды;
- предложить организационно-технологические и другие мероприятия по усовершенствованию транспортного обеспечения контейнерных перевозок грузов при рациональном использовании провозных способностей железнодорожного транспорта.

Развитие системы контейнерных перевозок не возможно без гармоничного развития всех видов транспорта, организации согласованного взаимодействия между ними, установления приемлемого и экономически обоснованного уровня тарифов и законодательной защиты грузоотправителей [48].

Проблемы украинского рынка контейнерных перевозок широко освещены

щены в публикациях многих авторов. При этом отмечается, что истоки проблемы лежат как в технической, так и в законодательной сферах. В частности анализ публикаций [49-52] позволяет выделить следующие основные проблемы рынка контейнерных перевозок в Украине:

- диспропорции в мощности портовых перегрузочных комплексов и пропускной способности близлежащих транспортных линий;
- недостаток железнодорожного подвижного состава для перевозки контейнеров - фитинговых платформ;
- низкое качество автомобильных дорог и их непригодность за своими техническими характеристиками для перевозки многотоннажных контейнеров;
- недостаточное количество и нерациональное оснащение контейнерных терминалов внутри страны;
- неразвитая логистика контейнерных перевозок и низкий уровень транспортного сервиса.

Это далеко не полный перечень проблемных вопросов, однако даже его достаточно, чтобы представить масштабы модернизации которую необходимо провести во всех сферах, которые влияют на украинский рынок контейнерных перевозок для приведения его к конкурентоспособному состоянию.

Потенциал железных дорог Украины, как оптимального сухопутного транзитного моста между рынками Европы и Азии, к настоящему времени не реализован. Если участники рынка железнодорожных контейнерных перевозок не предложат рынку конкурентные транспортные продукты и уровень сервиса, то большая частица этого потенциала будет реализована другими видами транспорта [53].

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАКОПЛЕНИЯ СОСТАВОВ НА ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ

Поездообразование происходит в сортировочном парке и есть одним из самых важных процессов работы технической станции. Вопрос рациональной организации вагонопотоков невозможно решить без определения затрат вагоно-часов на накопление отдельного состава. Процесс накопления состава отдельного назначения плана формирования поездов (ПФП) зависит от таких факторов как мощность вагонопотока, количество вагонов в одном поступлении, интервал между поступлением вагонов на данное назначение, величина состава поезду и др.

Исследование процесса накопления составов невозможно выполнить без достаточно детального определения характера поступления вагонов на отдельное назначение ПФП. Для этого на сортировочных станциях А и В была собрана и выполнена статистическая обработка данных о поступлении вагонов на отдельные назначения ПФП со среднесуточной мощностью вагонопотока N от 118 ваг/сут до 200 ваг/сут.

3.1 Определение характера поступления вагонов на отдельные назначения ПФП

В зависимости от характера поступления вагонов на пути сортировочного парка возможны следующие схемы процесса накопления:

- равными группами через одинаковые промежутки времени;
- разными группами через одинаковые промежутки времени;
- равными группами через неодинаковые промежутки времени;
- разными группами через неодинаковые промежутки времени.

Реальный процесс накопления характеризуется тем, что составы скапливаются из разных по величине групп, которые поступают на отдельное назначение через неодинаковые промежутки времени I . Таким образом существующим условиям работы технических станций отвечает четвертая схема процесса накопления.

При исследовании характера поступления вагонов практический интерес вызывают следующие аспекты:

- 1) определение параметров и закона распределения интервалов поступления вагонов на отдельное назначение;
- 2) определение параметров и закона распределения количества вагонов в отдельном поступлении;
- 3) наличие связи между количеством вагонов в одном поступлении и интервалами между них поступлением;
- 4) зависимость количества вагонов, которые поступают на отдельное назначение, от времени суток.

3.1.1 Определение параметров и закона распределения интервалов поступления вагонов на отдельное назначение

Для статистического анализа величины интервала поступления вагонов на отдельное назначение I использовалась выборка значений моментов T_j поступления вагонов на каждое из пяти назначений непрерывно на протяжении 8 суток. Отдельное значение интервала поступления вагонов I_j определялось при помощи выражения:

$$I_j = T_{j+1} - T_j \quad (3.1)$$

где T_j , T_{j+1} – моменты времени поступления вагонов на отдельное назначение со смежных составов.

Анализ результатов наблюдений показал, что величина интервала поступления вагонов на отдельное назначение I есть случайной. С целью определения закона распределения случайной величины I для каждого из назначений были построены соответствующие статистические ряды (приложение А, табл.А.1-А.6).

Для этого сначала была определена ширина разряда, согласно [54], с помощью формулы:

$$\Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{1 + 3.2 \cdot \lg \sum K_j} \quad (3.2)$$

где X_{\max} , X_{\min} – максимальное и минимальное значения наблюдаемой величины;

$\sum K_j$ – общее количество наблюдений.

С использованием количества наблюдений в каждом разряде K_j была определена статистическая вероятность B_j попадание случайной величины в соответствующий разряд:

$$B_j = \frac{K_j}{\sum K_j} \quad (3.3)$$

На основе статистических рядов построены гистограммы и кривые функции распределения случайной величины интервала поступления вагонов I для каждого из назначений. На рисунке 3.1 приведена гистограмма и кривая функции распределения интервала поступления вагонов на назначение 1 ($N=118$ ваг/сутки). Для остальных назначений гистограмма и кривая функции распределения интервала поступления вагонов приведена в приложении А, рис.А.1-А.2).

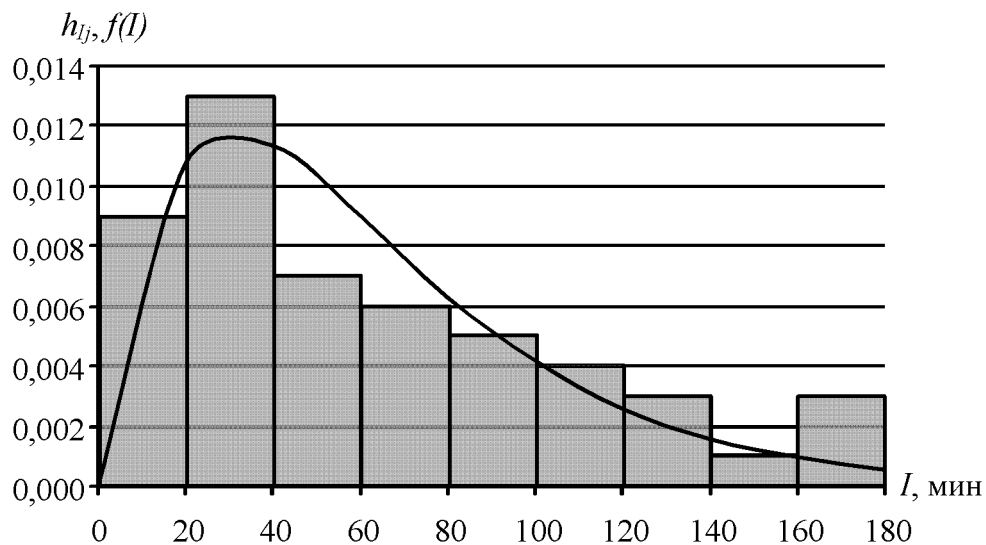


Рисунок 3.1 – Гистограмма и теоретическая кривая функции распределения интервалов поступления на назначение 1 ($N=118$ ваг/сутки)

Ординаты гистограммы были определены с помощью выражения:

$$h_j = \frac{B_j}{\Delta X} \quad (3.4)$$

Для каждого статистического ряда определены их основные параметры: математическое ожидание интервала $M[I]$, дисперсия $D[I]$, среднее квадратичное отклонение $\sigma[I]$ и коэффициент вариации $v[I]$ (приложение А, табл.А.1-А.6). На основании внешнего вида гистограмм и в соответствии с рекомендациями [55] была выдвинута гипотеза о распределении данной случайной величины по закону Эрланга с параметром $K=2$.

Дифференциальная функция для закона Эрланга определяется, согласно [54], с помощью выражения:

$$f(I) = \frac{(K\lambda)^K}{(K-1)!} I^{K-1} e^{-K\lambda I} \quad (3.5)$$

где λ – интенсивность поступления вагонов в единицу времени.

Для отдельного параметра $K=2$, с (3.5) получаем следующее выражение:

$$f(I) = (2\lambda)^2 \cdot I \cdot e^{-2\lambda I} \quad (3.6)$$

Для проверки гипотезы использован критерий согласия Пирсона χ^2 [54]:

$$\chi^2 = n \sum_{j=1}^c \frac{(B_j - P_j)^2}{P_j} \quad (3.7)$$

где P_j – теоретическая вероятность попадания случайной величины в j -й разряд, который рассчитывается по принятому закону распределения;

n – общее количество наблюдений.

Определение величины χ^2 для каждого из назначения приведено в приложении А, табл.А.7-А.9, а соответствующие значения χ^2 приведены в таблице 3.1.

Выдвинутая гипотеза подтверждается в том случае, когда расчетный квантиль χ^2 не превышает его табличное значение $\chi^2_{\text{табл}}$, то есть выполняется условие $\chi^2 \leq \chi^2_{\text{табл}}$.

Таблица 3.1 – Значение χ^2 для назначений с разной мощностью вагонопотока

$\chi^2_{\text{табл}}$	Значение χ^2		
	назначение 1	назначение 2	назначение 3
12,59	9,927	2,239	7,255

Значение $\chi^2_{\text{табл}}$ зависит от уровня значимости α и количества степеней свободы r . Количество степеней свободы определяется, согласно [54], с помощью выражения:

$$r = c - S - 1 \quad (3.8)$$

где c – количество разрядов статистического ряда;

S – количество связей теоретического и статистического распределений.

Под связями понимают параметры теоретического распределения, числовые значения которых принимают в соответствии со статистическими данными. Для закона Эрланга такими параметрами есть $M[I]$ и $D[I]$, ведь $S=2$. Таким образом, количество степеней свободы для каждого статистического ряда составляет $r=9-2-1=6$. При уровне значимости $\alpha=0,05$ и $r=6$ квантиль $\chi^2_{\text{табл}}=12,59$ [54].

Так как все расчетные значения χ^2 меньше чем $\chi^2_{\text{табл}}$ (см. табл. 3.1), то гипотеза о распределении случайной величины I по закону Эрланга не противоречит исследовательским данным. В связи с этим отдельное значение

случайной величины интервала поступления вагонов I на отдельное назначение может быть определено, согласно [55], с помощью выражения:

$$I = -\frac{M[I]}{K} \cdot \ln\left(\prod_{j=1}^K z_j\right) \quad (3.9)$$

где z – случайное число в интервале $[0;1]$.

3.1.2 Определение параметров и закона распределения количества вагонов в отдельном поступлении.

Одним из важных факторов, от которого зависит продолжительность накопления составов, а соответственно и вагоно-часы накопления, есть количество вагонов в отдельном поступлении n . Для статистического анализа данной величины использовалась выборка значений количества вагонов в отдельном поступлении (с отдельного состава) на каждое из рассматриваемых назначений на протяжении 8 суток. Анализ результатов наблюдений показал, что количество вагонов в отдельном поступлении n является случайной величиной. С целью определения закона распределения случайной величины n для каждого из назначений были построены соответствующие статистические ряды с помощью формул (3.2) и (3.3), которые приведены в приложении А, табл. А.10-А.15.

На основе статистических рядов построены гистограммы и кривые функции распределения случайной величины количества вагонов в отдельном поступлении для каждого из назначений. Ординаты гистограмм были определены с помощью выражения (3.4). На рисунке 3.2 приведена гистограмма и теоретическая кривая функции распределения количества вагонов в одном поступлении на назначение 1, для остальных назначений – в приложении А, рис. А.3-А.4).

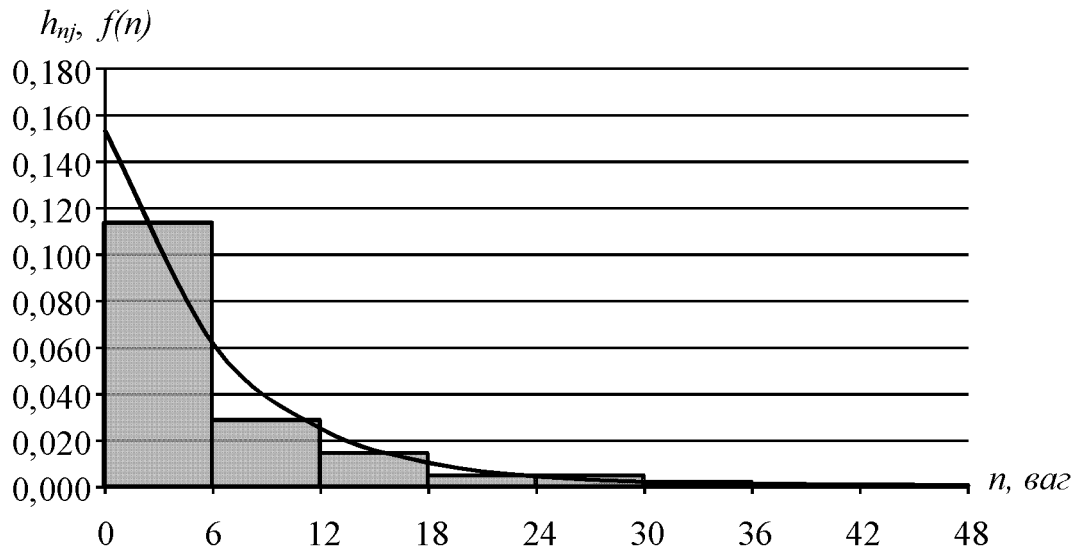


Рисунок 3.2 – Гистограмма и теоретическая кривая функции распределения количества вагонов в одном поступлении на назначение 1

Для каждого статистического ряда определены их основные параметры: математическое ожидание интервала $M[n]$, дисперсия $D[n]$, среднее квадратичное отклонение $\sigma[n]$ и коэффициент вариации $v[n]$ (см. приложение А, табл. А.10-А.15). На основе вида гистограмм и в соответствии с рекомендациями [55] была выдвинута гипотеза о распределении данной случайной величины по показательному закону.

Дифференциальная функция для показательного закона определяется, согласно [54], с помощью выражения:

$$f(n) = 1 - e^{-\frac{n}{M[n]}} \quad (3.10)$$

где n – случайное значение величины группы вагонов, которые поступают на отдельное назначение;

$M[n]$ – математическое ожидание данной величины.

Для проверки гипотезы использованы критерий согласия Пирсона χ^2 . Определение величины χ^2 для каждого из назначения приведены в приложении А, табл. А.16-А.18, а соответствующие значения χ^2 приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Значение χ^2 для назначений с разной мощностью вагонопотока

$\chi^2_{\text{табл}}$	Значение χ^2		
	назначение 1	назначение 2	назначение 3
11,1	8,183	8,107	5,758

Для показательного закона количество связей теоретического и статистического распределений составляет $S=2$, ведь количество степеней свободы для каждого статистического ряда составляет $r=8-2-1=5$. При уровне значимости $\alpha=0,05$ и $r=5$ квантиль $\chi^2_{\text{табл}}=11,1$ [54].

Так как все расчетные значения χ^2 меньше чем $\chi^2_{\text{табл}}$ (см. табл. 3.2), то гипотеза о распределении случайной величины n по показательному закону не противоречит исследовательским данным. В связи с этим отдельное значение случайной величины количества вагонов в одном поступлении n на отдельное назначение может быть определено, согласно [54], с помощью выражения:

$$n = -M[n] \cdot \ln(z) \quad (3.11)$$

где z – случайное число в интервале $[0;1]$.

Между средними значениями интервала поступления вагонов и количества вагонов в одном поступлении существует функциональная связь. Количество поступлений вагонов на отдельное назначение за сутки определяется при помощи выражения:

$$K_{\text{н}} = \frac{1440}{M[I]} \quad (3.12)$$

Таким образом, среднее количество вагонов в одном поступлении для вагонопотока мощностью N вагонов в сутки возможно определить с помощью следующей формулы:

$$M[n] = \frac{N}{K_{\text{н}}} = \frac{N \cdot M[I]}{1440} \quad (3.13)$$

3.1.3 Исследование зависимости математического ожидания величины интервала прибытия $M[L]$ от мощности вагонопотока N

Для определения типа связи между математическим ожиданием интервала прибытия $M[L]$ и мощностью вагонопотока N было исследовано 40 разных однофакторных и двухфакторных функций. При этом коэффициенты для каждой из них определялись при помощи метода наименьших квадратов [56].

Выбор наиболее соответствующей функции выполнялся на основе регрессионного анализа по минимуму остаточной дисперсии $S_{\text{зал}}^2$ [57].

Проверить адекватность описания статистических данных уравнением регрессии в целом возможно с помощью F -критерия Фишера. В случае, когда параллельные опыты не проводились, критерий Фишера определяется как отношения общей дисперсии S_y^2 к остаточной дисперсии $S_{\text{зал}}^2$ [57]:

$$F_{\text{розр}} = \frac{S_y^2}{S_{\text{зал}}^2} \quad (3.14)$$

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (y_{je} - \overline{y_e})^2}{N - 1} \quad (3.15)$$

$$\overline{y_e} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y_{je} \quad (3.16)$$

$$S_{\text{зал}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (y_{je} - \overline{y_j})^2}{N - h} \quad (3.17)$$

где y_{je} – величина исходного параметра системы, которая получена по результатам эксперимента в j -м опыте;

$\overline{y_j}$ – величина исходного параметра системы, которая рассчитана для j -го опыта при помощи математической модели;

N – количество опытов;

$N - 1$ – число степеней свободы дисперсии относительно S_y^2 ;

$N - h$ – число степеней свободы остаточной дисперсии.

При проверке адекватности уравнения приближенной регрессии по зависимости (3.14), критериальное отношение показывает, во сколько раз уменьшается рассеивание относительно полученного уравнения регрессии в сравнении с рассеиванием относительно среднего. Поэтому, чем больше значение $F_{\text{розн}}$, полученное по формуле (3.14), будет превышать табличное $F_{\text{табл}}(\alpha, f_1, f_2)$, которое определено для уровня значимости α и чисел степеней свободы f_1 - числителя и f_2 - знаменателя в формуле (3.14), тем эффективнее будет уравнение регрессии [57].

Выполненный анализ позволил установить, что связь между математическим ожиданием интервала прибытия $M[I]$ и мощностью вагонопотока N лучше всего описывается уравнением регрессии вида $M[I] = 50 \cdot N^2 \cdot 10^{-5} - 37.36 \cdot N \cdot 10^{-2} + 119.517$. При этом $S_{\text{зал}}^2 = 29,549 \text{ вар}^2$, $F = 5,065 > F_{\text{табл}} = 1,69$. Кривая регрессии, которая описывает связь между данными величинами, приведено на рисунке 3.3.

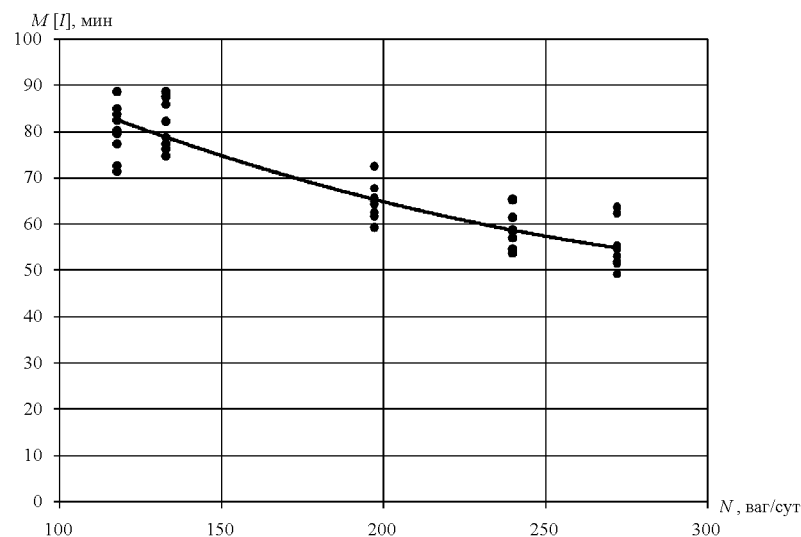


Рисунок 3.3 – Зависимость величины математического ожидания интервала прибытия $M[I]$ от мощности вагонопотока N

3.1.4 Исследование связи между количеством вагонов в одном поступлении и интервалами между их поступлением.

Абсолютное значение количества вагонов в одном поступлении на отдельное назначение ПФП может быть связано или не связано с абсолютным значением случайной величины интервала между поступлением вагонов. На основе статистических данных построены корреляционные поступления вагонов на отдельные назначения с целью исследования связи между количеством вагонов в одном поступлении и интервалами между их поступлением. На рисунке 3.4 приведено корреляционное поле поступления вагонов на назначение 1. Для остальных назначений такие поля приведены в приложении А, рис.А.5-А.6. По внешнему виду данных полей выдвинуто предположение об отсутствии любой связи между данными величинами.

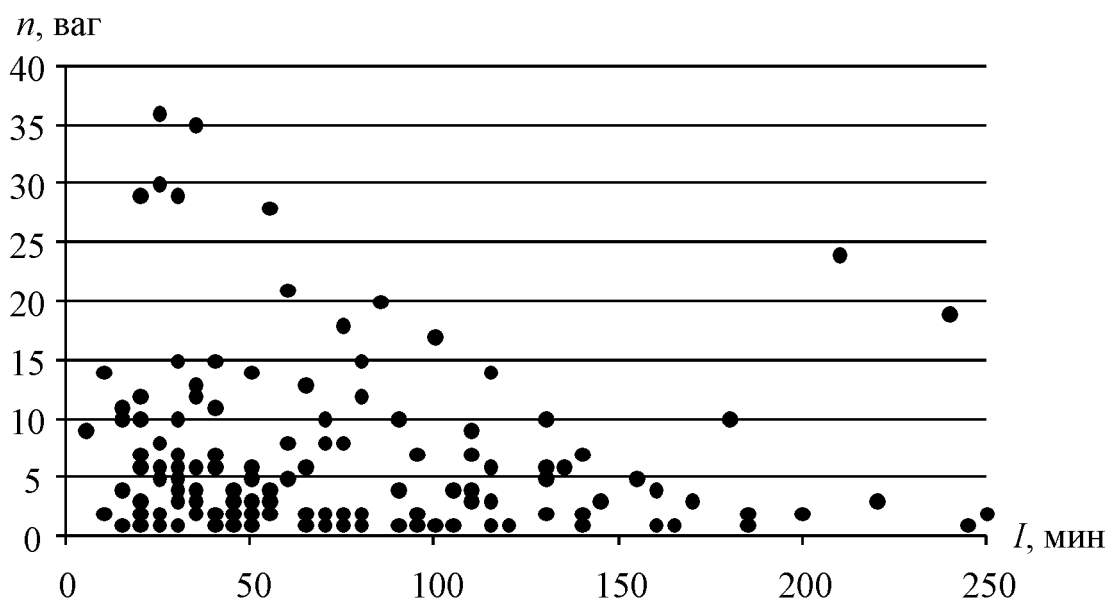


Рисунок 3.4 – Корреляционное поле поступления вагонов на назначение 1

Для проверки выдвинутого предположения определена степень связи между количеством вагонов в одном поступлении n и интервалами между их поступлением I с помощью коэффициента корреляции (3.14). Расчетные таблицы для определения коэффициента корреляции приведены в приложении А табл.А.19-А.21. Результаты расчетов приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Значение коэффициента корреляции

Назначение 1	Назначение 2	Назначение 3
Мощность вагонопотока N , ваг/сут		
118	133	197
-0,160	-0,120	-0,010

Учитывая то, что корреляционная связь между абсолютными величинами количества вагонов в одном поступлении n и интервала между поступлением вагонов I почти отсутствует, то выдвинутое предположение подтверждается, и в дальнейшем данные случайные величины будут рассматриваться как независимые.

3.1.5 Исследование зависимости количества вагонов, которые поступают на отдельное назначение плана формирования, от времени суток

Поступление вагонов на пути сортировочного парка происходит на протяжении суток. Количество вагонов в отдельном поступлении является случайной величиной, но вполне возможно предположить, что в отдельные часы суток они вообще могут не поступать, а в другие - обязательно поступать на отдельное назначение. Это может быть связано с необходимостью сформировать поезд к конкретному часу.

Итак, стоит вопрос о наличии зависимости количества вагонов, которые поступают на отдельное назначение плана формирования, от времени суток. Данную зависимость возможно исследовать с помощью временных рядов, являющих собой совокупность наблюдений, которые фиксируются последовательно во времени [58, 59].

Для определения зависимости количества вагонов, которые поступают на отдельное назначение плана формирования, от времени суток были построены временные ряды. На рисунке 3.5 приведены временные ряды для назначения 1. Для остальных назначений временные ряды приведены в приложении А, рис.А.7-А.8).

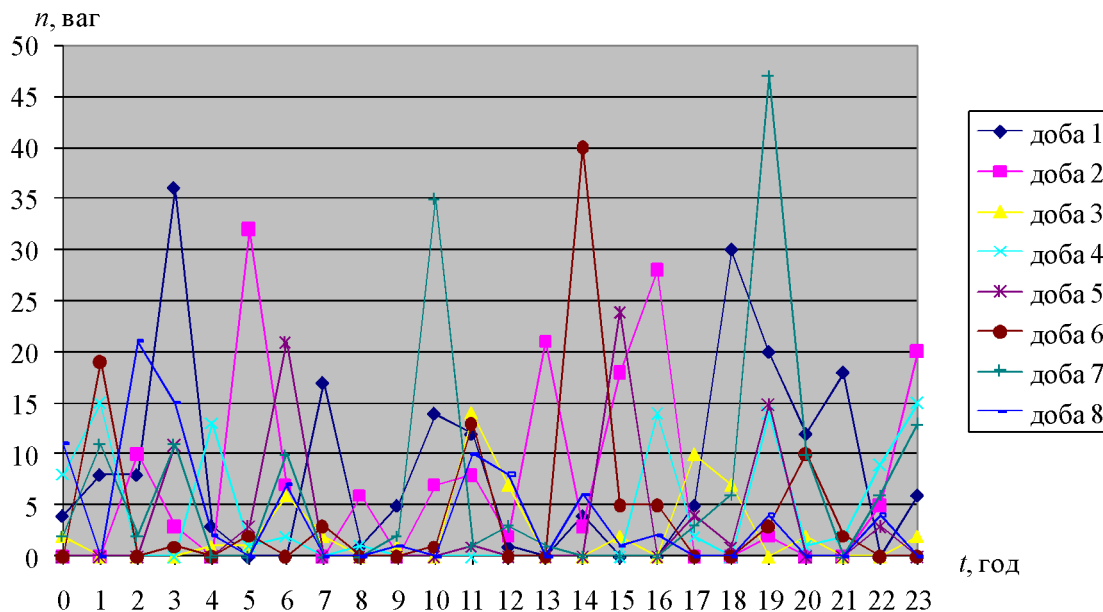


Рисунок 3.5 – Почасовое поступление вагонов на назначение 1

Данные ряды являются полными, моментными рядами абсолютных величин. На диаграммах показано поступления вагонов в отдельный час суток на каждое из назначений за 8 суток. Анализ данных рядов указывает на их стохастичность — отсутствие некоторой закономерности между величинами, которые наблюдались. Таким образом, в дальнейшем, величина количества вагонов, которые поступают в отдельный час суток, рассматривается как независимая от времени суток.

3.2 Влияние неравномерности поступления вагонов на отдельные показатели ПФП на технических станциях

Согласно Инструктивным указаниям [60] показатели плана формирования поездов делятся на три группы:

1. Показатели плана формирования отправительских и ступенчатых маршрутов.
2. Показатели плана формирования поездов на станции.
3. Общие показатели (для железных дорог и сети).

К основным показателям плана формирования поездов для станции относятся:

- количество назначений поездов по плану формирования;
- количество транзитных вагонов без переработки по плану формирования;
- количество вагонов, которые подлежат переработке по плану формирования;
- параметр накопления;
- средний состав поезда, который формируется;
- вагоно-часы накопления;
- средний простой вагонов под накоплением;
- экономия от пропуска вагонов без переработки;
- вагоно-часы переработки;
- средний простой транзитного вагона, в т.ч. без переработки и с переработкой;
- средний состав поезда – сформированного и расформированного;
- вагонопоток (в среднем в сутки) – без переработки, с переработкой, местных;
- угловой поток.

На организацию вагонопотоков в поезда существенно влияют следующие факторы:

- неравномерность поступления вагонопотоков;
- наличие ограничений, связанных с возможностями станций по переработке вагонопотоков;
- наличие ограничений, связанных с возможностями вывода поездов со станций и их продвижение на железнодорожном направлении.

Самым важным фактором, который влияет на эксплуатационную деятельность железных дорог, есть неравномерность поступления вагонопотоков. Рядом авторов [61-63] установлено, что поступление вагонов

на станцию характеризуется значительной неравномерностью. Для перевозочного процесса характерная сезонная, суточная и внутрисуточная неравномерность вагонопотоков.

Профессорами А. Д. Каретниковым и А. К. Угрюмовым установлено, что только одну треть месяца максимальных перевозок размеры движения на участках выполняются на уровне среднемесячных, которые заложены в ПФП. В остальные периоды они колеблются, возрастают и уменьшаясь до 40% от среднемесячного уровня.

Для исследования воздействия неравномерности поступления вагонов на вагоно-часы накопления отдельного одногруппного состава для станций А и В была выполнена обработка накопительных ведомостей за полугодичный период для назначений с разной мощностью вагонопотока (от 118 до 200 ваг/сутки).

В качестве примера на рисунке 3.6 приведена гистограмма распределения вагоно-часов накопления отдельного одногруппного состава для вагонопотока мощностью 200 ваг/сутки на станции А.

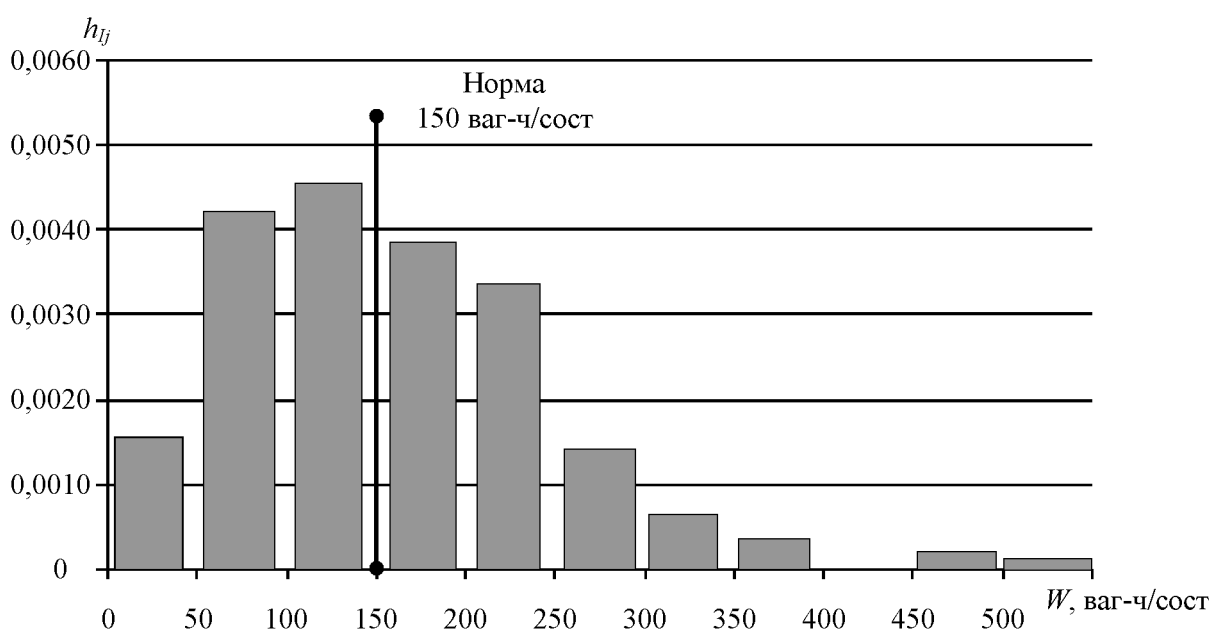


Рисунок 3.6 – Распределение вагоно-часов простоя под накоплением отдельного состава на станции А

На рисунке 3.7 приведена гистограмма распределения вагоно-часов накопления отдельного одногруппного состава для вагонопотока мощностью 200 ваг/сутки на станции В.

Также на рис.3.6 и рис.3.7 приведена норма вагоно-часов накопления одного одногруппного состава W_H , который может быть определена как

$$W_H = \frac{cm}{n} \quad (3.18)$$

где c – параметр накопления;

m – количество вагонов в составе поезда;

n – количество сформированных поездов в сутки.

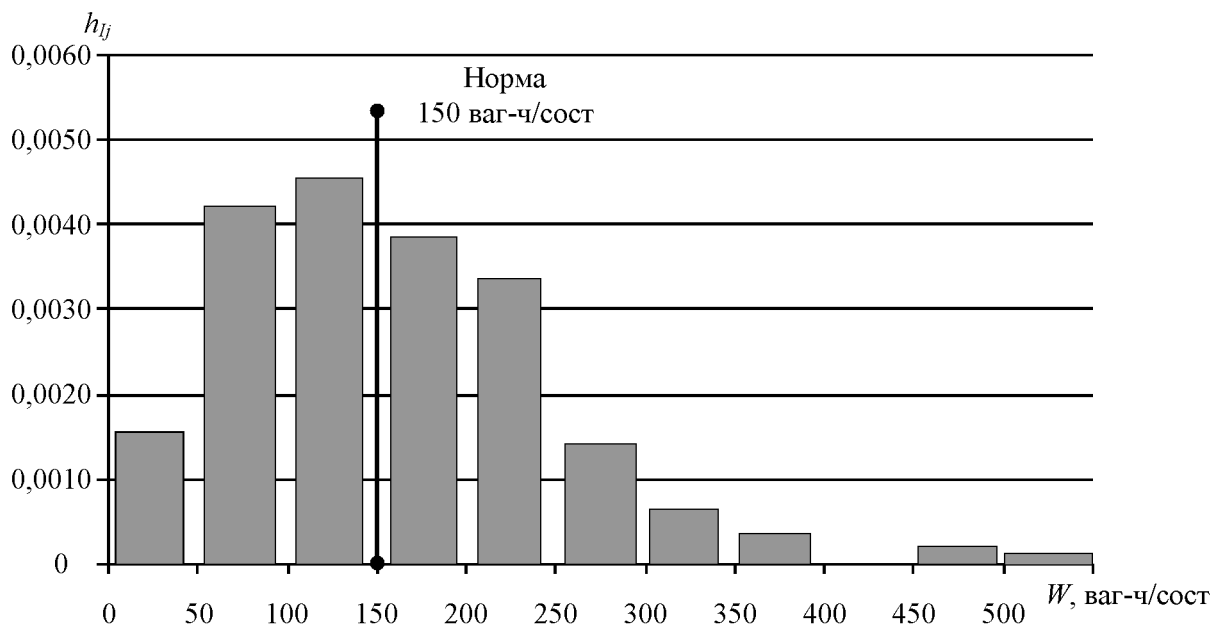


Рисунок 3.7 – Распределение вагоно-часов простоя под накоплением отдельного состава на станции В

Принимая к сведению, что количество сформированных поездов в сутки представляет $n = \frac{N}{m}$ (где N – среднесуточный вагонопоток), выражение

(3.18) приобретает вид $W_H = \frac{cm^2}{N}$.

Итак, для $N=200$ ваг/сутки, $m=50$ весов, $c=12$, норма вагоно-часов накопления одного одnogруппного состава составляет 150 вагоно-часов на состав (ваг-ч/сост). Эта величина закладывается в нормативные показатели работы станции.

Из рис. 3.6 и рис. 3.7 видно, что довольно большая часть составов (больше 42%) превышает расчетную норму. Результаты исследований для других назначения приведены в таблице 3.4 и таблицы 3.5. Анализ данных таблиц показывает, что такая же картина наблюдается и для других назначений, где превышение расчетной нормы накопления отдельного состава составляет от 42% до 46%.

Таблица 3.4 – Превышение расчетной нормы накопления отдельного состава на станции А

	Назначение 1	Назначение 2	Назначение 3
N , ваг/сутки	118	133	200
W_H , ваг-ч/сост	254,2	225,6	150
Доля поездов, превышающих норму	0,45	0,46	0,42

Таблица 3.5 – Превышение расчетной нормы накопления отдельного состава на станции В

	Назначение 1	Назначение 2	Назначение 3
N , ваг/сутки	118	133	200
W_H , ваг-ч/сост	254,2	225,6	150
Доля поездов, превышающих норму	0,46	0,44	0,45

Для выполнения задач рационального ПФП необходимо разработать мероприятия по сокращению вагоно-часов и продолжительности накопления составов.

3.3 Анализ процесса накопления составов

Один из самых важных элементов продолжительности нахождения вагонов на технических станциях, который весомо влияет на систему организации вагонопотоков, есть простой вагонов под накоплением. Затраты вагоно-часов на накопление составляют 50-70% общего простоя вагонов. Разные варианты организации вагонопотоков влияют на множество факторов, которые определяют процесс накопления вагонов на сортировочных станциях. К их числу можно отнести: количество назначений, мощность вагонопотока, количество вагонов в группах, которые прибывают, интервал прибытия групп, величину замыкающей группы, количество групп на накопление состава, и др.

Согласно [64] процесс накопления по характеру может быть прерывным (П), частично прерывным (Ч) или непрерывным (Н).

В первом случае, схема которого приведена на рисунке 3.8, составы накапливаются без остаточных групп и завершающая группа полностью включается в состав, который отправляется.

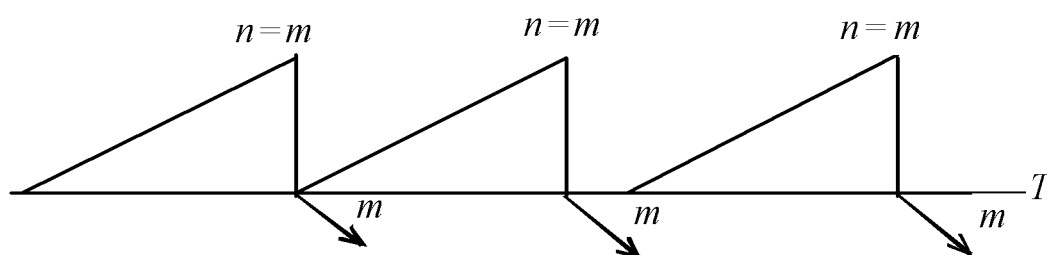


Рисунок 3.8 – Схема прерывного процесса накопления

Особенность частично прерывного процесса, схема которого приведена на рисунке 3.9, та, что после части составов возникают остатки вагонов, которые переходят для накопления следующих составов.

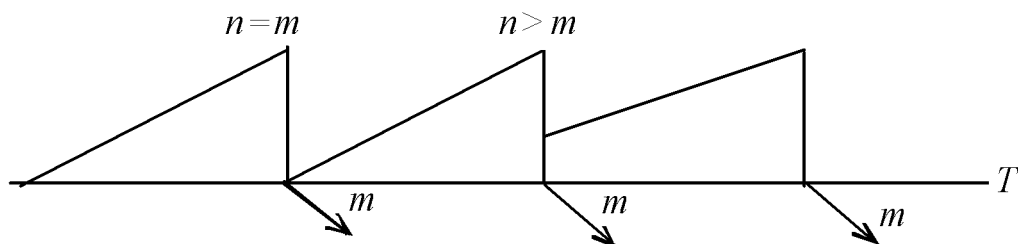


Рисунок 3.9 – Схема частично прерывного процесса накопления

Непрерывный процесс накопления, схема которого приведена на рисунке 3.10, возникает в случае, когда вагоны остаются после завершения накопления каждого состава.

От этого зависят расходы вагоно-часов на накопление отдельного состава.

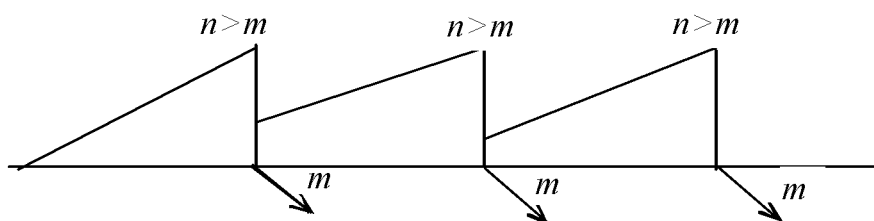


Рисунок 3.10 – Схема непрерывного процесса накопления

Разновидности прерывного процесса накопления следующие [64]:

- 1) составы накапливаются до нормы, которая удовлетворяет условие полновесности и полносоставности поезда (схема П1);
- 2) составы накапливаются до определенного момента, при достижении которого поезд отправляется независимо от количества вагонов в нем (схема П2);
- 3) комбинированный случай – часть поездов одного и того же вагонопотока отправляют по расписанию, а другую – по графику с накоплением до определенной величины (схема П3).

Схема П1 характерна для вывозных, передаточных, а также порожних и некоторых участковых поездов, которые направляются без расписания, когда нет существенных ограничений по весу и длине состава. В данной

схеме реальный процесс накопления характеризуется тем, что составы накапливаются из разных по величине групп m_i , которые поступают через неодинаковые промежутки времени τ_i . Для схемы П1 вагоно-часы накопления всех составов данного назначения определяются как [64]:

$$W = \frac{12 \cdot \left(m_{\text{от}} - m_{\text{гр}} \left(1 + g_{\text{гр}}^2 \right) \right) \cdot \left(m_{\text{от}} + m_{\text{гр}} \cdot g_{\text{гр}}^2 \right)}{m_{\text{от}}} \quad (3.19)$$

где $m_{\text{от}}$ – средняя величина отправляемого состава;

$m_{\text{гр}}$ – средняя величина поступающей группы;

$g_{\text{гр}}$ – коэффициент вариации величины группы.

Схема П2 характерна для сборных, а также вывозных и передаточных поездов, которые отправляются по расписанию; схема П3 – для составов вывозных и передаточных поездов, которые формируются из вагонопотока маломощных назначений, когда четкое соблюдение расписания отправления нецелесообразно.

При накоплении составов к определенному моменту времени, величина замыкающей группы равняется средней величине групп, которые поступают. Это вытекает из того, что определяет накопление составов по схеме П2 время отправления поезда, а не величина состава, как в схеме П1. Для схемы П2 вагоно-часы накопления всех составов данного назначения [64]:

$$W^{\text{П2}} = \frac{12 \cdot \left(N - n_{\text{от}}^{\text{н}} m_{\text{гр}} \right) \cdot \left(N + n_{\text{от}}^{\text{н}} \cdot m_{\text{гр}} \cdot g_{\text{гр}}^2 \right)}{N \cdot n_{\text{от}}^{\text{н}}} \quad (3.20)$$

где N – средняя мощность рассматриваемого назначения;

$n_{\text{от}}^{\text{н}}$ – число ниток графика, предусмотренных для отправления поездов данного назначения.

Для схемы П2 вагоно-часы накопления всех составов данного назначения определяются как [64]:

$$W_{ПЗ} = \frac{12 \cdot \alpha_p (m_{от}^H - m_{гр}) \cdot (m_{от}^H + m_{гр} \cdot g_{гр}^2)}{m_{от}^H} + \frac{6 \cdot (1 - \alpha_p) \cdot [2m_{от}^H - m_{гр} \cdot (1 + g_{гр}^2)] \cdot [2m_{от}^H + m_{гр} \cdot (1 + 3g_{гр}^2)]}{2m_{от}^H + m_{гр} \cdot (1 + g_{гр}^2)} \quad (3.21)$$

где α_p – доля поездов, которые отправляются по расписанию;

$m_{от}^H$ – расчетная норма, до которой накапливается определенный состав.

Общее в схемах П1, П2, П3 то, что допускаются значительные колебания веса и длины составов.

Частично прерывный процесс также имеет разновидности [65]:

1) схема Ч1 – накопление составов происходит до расчетной величины, которая удовлетворяет условию полновесности (полносоставности) поезда. Не допускается колебания числа вагонов в составе.

2) схема Ч2 – накопление составов происходит до расчетной величины, которая удовлетворяет условию полновесности (полносоставности) поезда. При этом величина состава колеблется в пределах, которые удовлетворяют названным условиям.

Схема Ч1 используется при накоплении составов до определенной длины или веса, когда на них накладываются существенные ограничения. Накопление составов по этой схеме – в сущности, непрерывный процесс, который почти не встречается в практике.

Схема Ч2 типичная при накоплении составов сквозных и участковых назначений, когда поезд может быть отправлен или полновесным, или полносоставным с незначительным превышением или занижением расчетной

величины состава. По затратам вагоно-часов она занимает промежуточное положение между схемами Ч1 и П1. Для схемы Ч2 вагоно-часы накопления всех составов данного назначения определяются [65]:

$$W = \frac{12}{\beta} \cdot \left(m_{\text{от}}^{\text{н}} + 2m_{\text{гр}} \cdot g_{\text{гр}}^2 \right) \cdot \frac{2m_{\text{от}}^{\text{н}} - m_{\text{гр}} \left(1 + g_{\text{гр}}^2 \right)}{2m_{\text{от}}^{\text{н}} + m_{\text{гр}} \left(1 - g_{\text{гр}}^2 \right)} \quad (3.22)$$

Отправление поездов полновесными, или полносоставными, а также тяжеловесных и длинносоставных, позволяет оперативно влиять на процесс накопления для сокращения затрат вагоно-часов. За счет того, что замыкающая группа в среднем больше группы, которая необходимая для завершения накопления составу, который удовлетворяет любому условию, рабочие станции в каждом конкретном случае решают вопросы о том, сколько вагонов из нее можно включить в данный состав.

4. РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

4.1. Организация грузовых перевозок в современных условиях

Транспортный рынок Украины является довольно сложным и неоднородным и имеет множество нерешенных проблем. Так основной проблемой, стоящей перед Укрзализныцей, является повышение рентабельности и конкурентоспособности перевозок на основе улучшения качества обслуживания, совершенствования тарифной политики, технологии и организации грузовых перевозок [66–68].

Эта проблема представляет собой комплекс задач:

1. Прогнозирование параметров грузовых перевозок;
2. Составление и корректировка планов формирования поездов;
3. Организация тягового обслуживания;
4. Разработка твердых графиков движения грузовых поездов;
5. Оценка качества работы.

Для планирования и организации перевозок по железной дороге необходимо знать: род и количество груза, станции отправления и назначения, время предстоящей перевозки и набор требований клиентов, которые необходимо выполнить. Однако централизованный сбор и компьютерная обработка заявок клиентов на перевозки грузов до сих пор должным образом не организованы. Это вынуждает определять и прогнозировать указанные параметры перевозок на основе статистических данных, что является достаточно трудной задачей.

До сих пор нерешенной задачей является автоматизированное выделение, анализ и прогнозирование наиболее мощных струй грузопотоков на основе исходной информации о выполненных перевозках.

На данный момент существует необходимость разработки методики составления и текущей корректировки планов формирования на основе

прогнозной и оперативной информации о грузопотоках с учетом регулировочных мер маневровых диспетчеров, обеспечивающих своевременное формирование и отправление поездов по твердому графику.

Составление твердых графиков движения грузовых поездов требует значительной проработки. Объем грузовых перевозок имеет сезонную, месячную, недельную и даже суточную неравномерность, обусловленную особенностями производства. Поэтому для составления летнего и зимнего графиков требуется определить необходимое количество грузовых поездов в графике и их распределение по времени суток, с учетом пропуска дальних, местных и пригородных пассажирских поездов, а также организации местной работы и тягового обслуживания.

Грузовые перевозки являются для железных дорог основным источником получения доходов. Их технология и организация полностью определяют все экономические показатели работы железных дорог. Поэтому, прежде всего, необходимо рассмотреть состояние этой важнейшей области функционирования железнодорожного транспорта.

Переход к рыночной экономике резко изменил возможности планирования грузовых перевозок, которое стало более трудно выполнимым, но осталось не менее необходимым [69].

Технология составления сетевого и дорожных планов формирования не изменилась и по-прежнему ориентирована на средние вагонопотоки, которые существенно меняются по месяцам, дням недели и даже в течение суток.

Стремление направлять грузопотоки по кратчайшим расстояниям приводит к следующим отрицательным явлениям:

- направлению вагонопотоков в рядом расположенные районы железнодорожной сети через разные сортировочные станции;
- отправлению вагонопотоков дальних попутных назначений с соседних сортировочных станций узла;
- использованию тепловозных ходов и малорентабельных линий для пропуска транзитного потока при наличии параллельных

электрифицированных линий, эксплуатация которых почти в 3 раза дешевле;

- редкому формированию отправительских маршрутов из технических;

- не использованию возможности ускорить продвижение грузов за счет реализации более высокой массы поезда, отказавшись от кратчайшего пути;

- не использованию возможности увеличить унифицированную весовую норму путем формирования тяжелых поездов.

Поэтому до сих пор существует проблема компьютерной оперативной корректировки планов формирования, главной целью которой должно стать ускорение продвижения вагонопотоков. Нитка графика является не обязательной, а только возможной для пропуска грузового поезда по участку железной дороги. При этом заранее невозможно сказать, какие нитки графика будут использованы для пропуска грузовых поездов и потребуют обеспечения локомотивами и бригадами. Тем не менее, планируется привязка локомотивов и бригад ко всем ниткам нормативного графика грузовых поездов, подсчитываются простои локомотивов и бригад и другие показатели. Это, в лучшем случае, можно рассматривать лишь как самую приближенную оценку, польза от которой сомнительна.

Организация движения грузовых поездов по твердому графику позволит:

- организовать работу локомотивов и бригад с минимальными потерями времени, сократив простои в пунктах оборота и сверхурочные часы;

- уменьшить потребное количество грузовых локомотивов и бригад за счет повышения производительности их труда;

- снизить эксплуатационные расходы;

- обслуживать клиентов по графику на договорной основе, что повысит доходы;

- ликвидировать неравномерность движения, создаваемую системой учета передачи поездов, и решить на этой основе проблемы стыков;

- ускорить продвижение поездов за счет создания условий для их

равномерного распределения по времени суток;

- упростить систему учета передаваемых поездов и вагонов.

Такая технология перевозок выгодна железной дороге и клиентам. Поэтому одной из основных целей является разработка научно-методических основ организации движения грузовых поездов по твердому графику.

При организации движения поездов по твердому графику нет такого понятия, как замыкающая группа, так как процесс накопления заканчивается в зависимости от времени отправления поезда по расписанию.

Организация движения грузовых поездов по твердому графику с выделением устойчивого «ядра» поездов эффективна для наиболее мощных и стабильных назначений плана формирования (средней мощности, мощных и наиболее мощных).

Специализация поездов по назначениям плана формирования обеспечит отслеживание времени прибытия и отправления с технических станций, что позволит установить сквозное расписание по всему пути следования, организовать ритмичную работу крупных грузовых станций и подъездных путей. Это позволит сократить время нахождения составов под накоплением в сортировочных парках.

Таким образом, при применении технологии движения поездов по твердому графику такой элемент простоя, как «ожидание поездного локомотива», сократится, показатель «ожидание отправления» также либо сведется к минимуму, либо вообще исчезнет необходимость в его определении, так как составы будут накапливаться и «подгоняться» к определенной твердой нитке в расписании.

Внедрение системы стабилизации грузового движения позволяет повысить эксплуатационную надежность станций и их возможности по формированию и отправлению грузовых поездов, а также увеличить уровень загрузки путей парка приема, сортировочной горки и парка отправления за счет:

- снижения потерь пропускной способности парка приема, связанной с неравномерностью подхода транзитных поездов;

- снижения потерь пропускной способности парка приема, связанных с неравномерностью подвода поездов в расформирование.

- обеспечения грузовых поездов локомотивами и бригадами, а также сокращения простоев в ожидании отправления со станции.

Одним из решений по сокращению непроизводительных простоев вагонов на станции, особенно в парке отправления, является переход на организацию движения грузовых поездов по твердым ниткам графика.

Неопределенность времени прибытия грузов снижает конкурентоспособность железнодорожных перевозок, резко усложняет взаимодействие с другими видами транспорта, например, доставка всех грузов для отправки данным судном, ставшее особенно необходимым в условиях создаваемых транспортных коридоров.

Длительность накопления состава определяется интенсивностью и моментами времени подхода к станции поездов с вагонами данного назначения. Их параметры были исследованы в разделе 3 данной работы и показали, что они достаточно трудно прогнозируемы и их практически невозможно учесть в оперативной работе маневрового диспетчера.

Дополнительную неопределенность в использовании ниток графика создает существующая система учета передаваемых и отправляемых грузовых поездов на 18 часов. Известно, что в последние часы отчетных суток количество сдаваемых (принимаемых) поездов возрастает в 2-3 раза, а в начале следующих отчетных суток число передаваемых поездов резко уменьшается. Этот создаваемый железнодорожниками период сгущения поездов влечет давно известные проблемы: задержки поездов на подходах к техническим станциям из-за отсутствия свободных путей приема, расстановку поездов на промежуточных станциях, дополнительную неравномерность накопления составов и отправления поездов, нарушения режима работы локомотивных бригад, «бросание» поездов, снижение производительности труда бригад и пробега локомотивов. Сгущение потока поездов создает очень трудные условия для их пропуска на целых направлениях, влечет нарушения технологии, браки в работе, замедляет

поездообразование в периоды неизбежного уменьшения потока поездов, вносит неопределенность в процесс перевозок.

Следовательно, скорость продвижения вагона с грузом зависит не только от длительности накопления составов, но и от возможностей попадать в «сдаточные» поезда.

При такой организации движения грузовых поездов тяговое обслуживание по стабильному графику невозможно. Не удастся выделять из графика движения и «ядро» постоянно назначаемых поездов. Поэтому большинство локомотивных бригад грузовых поездов узнают о времени выхода на следующую поездку лишь в конце предыдущей.

Применение технологии движения грузовых поездов по твердым ниткам должно гарантировать отправление готового состава, не только обеспеченного локомотивом и локомотивной бригадой (на основе заданного на определенный период графика оборота локомотивов), но и согласованного по направлению следования (причем это должно быть учтено в технологии работы системы формирования сортировочной станции). При этом существенно уменьшатся непроизводительные потери времени. Каждый состав формируется строго ко времени заданной нитки графика, обеспеченной локомотивом и локомотивной бригадой. Такая технология наиболее полно отвечает современным условиям перевозок и требованиям гарантированной доставки груза клиенту в установленный срок.

4.2 Усовершенствование работы технической станции при отправлении грузовых поездов по твердым ниткам графика

При любой технологии поездной работы для отправления поезда необходимо наличие четырех составляющих: состав, локомотив, локомотивная бригада и соответствующая нитка графика. В процессе их взаимной увязки возникают непроизводительные простои – ожидание составом локомотива, ожидание локомотивом локомотивной бригады и др.

При отправлении грузовых поездов по готовности (используется на данный момент) времена готовности состава, локомотива, локомотивной

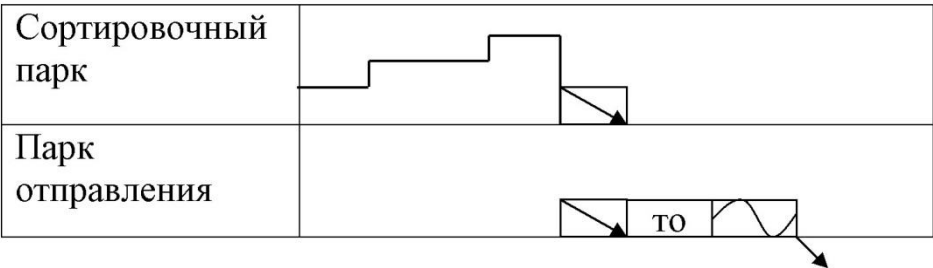
бригады, наличие свободной нитки графика, взаимная увязка ниток по впередилежащим техническим станциям носят вероятностный характер. Это приводит к тому, что на одних станциях накапливается избыточное число локомотивов, а на других их наличия недостаточно для своевременного вывоза готовых поездов. В результате возникают дополнительные простои готовых составов в ожидании отправления.

Применение технологии движения грузовых поездов по расписанию гарантирует отправление готового состава по твердой нитке, не только обеспеченной локомотивом и локомотивной бригадой (на основе заданного на определенный период графика оборота локомотивов), но и согласованной по направлению следования. Это существенно уменьшает непроизводительные потери времени. Каждый состав формируется строго ко времени заданной нитки графика, обеспеченной локомотивом и локомотивной бригадой. Такая технология наиболее полно отвечает современным условиям перевозок и требованиям гарантированной доставки груза клиенту в установленный срок.

Анализ эксплуатационной работы технических станций А и В показал, что доля простоя вагонов в ожидании технологических операций составляет около 35-37 %, при этом доля простоя в ожидании локомотива и отправления поезда – 15-18 %.

В качестве изменения в технологии обработки вагонов в системе формирования предлагается перенести простой готовых составов из парка отправления в сортировочный парк до отправления поезда с учетом времени, необходимого на обработку состава. Так, состав, накопленный на путях сортировочного парка, не переставляется в парк отправления для ожидания твердой нитки графика, а продолжает занимать сортировочный путь в ожидании нитки, обеспеченной локомотивом и локомотивной бригадой [98]. На рисунке 4.1 изображен процесс составообразования в системе формирования по двум вариантам – при отправлении по готовности (вариант 1) и при отправлении по твердой нитке (вариант 2).

Вариант 1 (отправление по готовности)



Вариант 2 (отправление по твердой нитке)

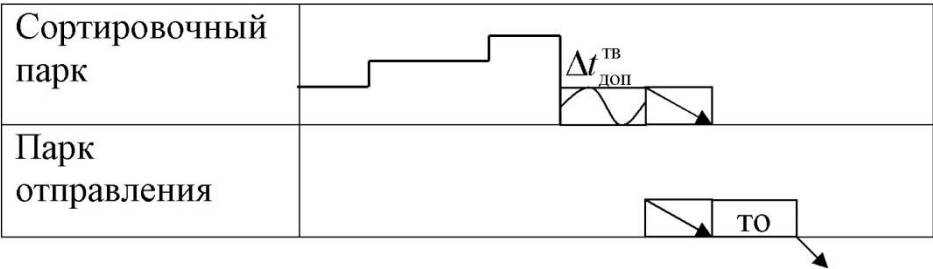


Рисунок 4.1 – Процесс составообразования в подсистеме формирования

По варианту 2, при отправлении поезда по твердой нитке графика, исключается элемент ожидания поездного локомотива, но возникает простой в ожидании твердой нитки графика, если время до отправления по твердой нитке больше, чем на перестановку и обработку состава в парке отправления.

Порядок выполнения технологических операций с вагонами в транзитном поезде с переработкой, отправляемыми в поездах по твердым ниткам графика, приведен на рисунке 4.2.

При организации движения поездов по расписанию из элементов простоя вагонов своего формирования в парке отправления исключается элемент «простой вагонов в ожидании локомотива», так как твердая «нитка» графика изначально подразумевает наличие локомотива к моменту отправления поезда.

Отправление 100% грузовых поездов по твердым ниткам графика может привести к значительным затратам и в некоторых случаях к увеличению простоя поездов своего формирования на сортировочных станциях в ожидании нитки (в наибольшей степени это касается назначений с невысокой мощностью суточного вагонопотока).



Рисунок 4.2 – Технология работы с транзитными вагонами с переработкой, которые будут отправлены в поездах по твердым ниткам графика

Поэтому целесообразней будет организовать движение «ядра» грузовых поездов по расписанию. Формула технологического простоя в парке отправления будет выглядеть следующим образом:

$$t_{\text{ПО}} = t_{\text{о.обр}} + t_{\text{обр}} + t_{\text{отп}}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{о.обр}}$ – продолжительность ожидания обработки состава в парке;

$t_{\text{обр}}$ – продолжительность обработки состава в парке;

$t_{\text{отп}}$ – продолжительность операций по отправлению состава со станции.

Если состав накоплен в сортировочном парке, выполнено окончание формирования и состава готов к перестановке, но время до нитки имеется больше, чем время перестановки плюс время обработки состава в парке, а также подготовкой к отправлению поезда, то состав имеет дополнительное время простоя $\Delta t_{\text{доп}}^{\text{ТВ}}$.

Дополнительный простой готового состава в ожидании твердой нитки поезда $\Delta t_{\text{доп}}^{\text{ТВ}}$ появляется как элемент технологического простоя вагонов в сортировочном парке.

Так как затраты на простой одного вагона (31,96 грн/ч при электровозной тяге и 45,5 грн/ч при тепловозной тяге) в парке отправления выше, чем затраты на простой в сортировочном парке (12,37 грн/ч), то целесообразней организовать технологический простой вагонов в ожидании нитки в сортировочном парке. Кроме этого, следует учесть, что в условиях отправления «ядра» полновесных или полносоставных грузовых поездов по твердым ниткам графика некоторая часть поездов по-прежнему будет отправляться по готовности. Это значит, что часть путей в парке отправления будет занята готовыми составами под обработкой и в ожидании поездных локомотивов, что в условиях их ограниченного количества может нарушить нормальную работу станции.

Таким образом, технологический простой вагонов своего формирования в сортировочном парке примет вид:

$$t_{\text{СП}} = t_{\text{нак}} + t_{\text{о.оф}} + t_{\text{оф}} + t_{\text{о.пер}} + t_{\text{пер}} + \Delta t_{\text{доп}}^{\text{ТВ}}, \quad (4.2)$$

где $t_{\text{нак}}$ – продолжительность накопления состава в сортировочном парке;

$t_{\text{о.оф}}$ – продолжительность ожидания окончания формирования состава;

$t_{\text{оф}}$ – продолжительность операций по окончании формирования состава;

$t_{\text{о.пер}}$ – продолжительность ожидания перестановки в парк отправления;

$t_{\text{пер}}$ – продолжительность перестановки состава в парк отправления.

Величина такого простоя зависит от мощности назначения плана формирования, целесообразности ядра твердых ниток для сформированных поездов на данные назначения, а также технических параметров сортировочной системы:

$$\Delta t_{\text{доп}}^{\text{ТВ}} = f(N, \alpha_{\text{я}}, n_{\text{тех}}), \quad (4.3)$$

где N – мощность назначения плана формирования, поездов/сут;

$\alpha_{\text{я}}$ – доля твердых ниток поездов («ядра»), отправляемых со станции;

$n_{\text{тех}}$ – ограничения технических параметров системы (количество путей, маневровых локомотивов, бригад ПТО и т.д.).

Доля твердых ниток в графике должна определяться с учетом станционных ограничений в парках сортировочных систем. Ранее была принята система [70], согласно которой на 4 сортировочных пути выделяется один диспетчерский путь.

Как отмечалось выше, отправление 100% грузовых поездов по твердым ниткам графика может привести к значительным затратам времени и в некоторых случаях к увеличению простоя поездов своего формирования на

сортировочных станциях в ожидании нитки. Поэтому целесообразней будет организовать движение по твердым ниткам для «ядра» грузовых поездов.

В [71] применяется понятие «ядра» в условиях взаимодействия станций и участка, то есть рассматривается возможность отправления сформированных поездов со станции на прилегающий участок с учетом его пропускной способности. Отмечено, что охват около 60-70% от размеров грузового движения является наиболее эффективным при сохранении жестких норм веса и длины поездов, остальные поезда при сменно-суточном планировании работы станции следует назначать оперативно.

При отправлении грузовых поездов с жесткими нормами веса и длины число ниток «ядра» в графике движения определяется по формуле:

$$n_{\text{я}} = \alpha_{\text{я}} \cdot n_j + n_{\text{сб}} + n_{\text{уск}}, \quad (4.4)$$

где $\alpha_{\text{я}}$ – доля поездов «ядра», $\alpha_{\text{я}}=0,65-0,75$;

n_j – число ниток графика, необходимого для вывоза расчетного поездопотока;

$n_{\text{сб}}$ – число ниток сборных поездов;

$n_{\text{уск}}$ – число ниток ускоренных поездов.

При этом общее количество ниток графика движения грузовых поездов определяется по формуле:

$$n_{\text{гр}} = n_j + n_{\text{сб}} + n_{\text{уск}} + \Delta n_j, \quad (4.5)$$

где Δn_j – экономически целесообразный резерв ниток, обеспеченных локомотивами для вывоза поездов с технических станций.

Таким образом, сначала необходимо определить количество путей в сортировочном парке для накопления составов по определенным назначениям плана формирования согласно специализации, затем с учетом мощности назначения выделить определенное количество поездов «ядра».

Применение технологии движения грузовых поездов по расписанию предусматривает формирование состава ко времени его отправления по твердой нитке графика, которая в свою очередь обеспечена поездным локомотивом с локомотивной бригадой. Формирование поездов с использованием «ядра» с сохранением весовых норм сократит затраты времени простоя вагонов в парке отправления.

При невозможности организации простоя сформированных составов в сортировочном парке, но при их наличии в парке отправления за счет высвобождения путей за ненадобностью ожидания поездных локомотивов, которые должны будут прибывать ко времени твердой нитки, возможно появление дополнительного элемента простоя составов.

Оценить эффективность и качество работы сортировочных станций при организации работы по твердым ниткам графика позволит система показателей. Показатель «простой вагона на станции» включает в себя время выполнения всех операций с вагонами от момента прибытия до отправления. Среднее время нахождения транзитного вагона с переработкой в каждой сортировочной системе и на станции в целом включают в себя элементы простоя, которые зависят от объема и характера выполняемой работы на станции.

Средний простой на путях отправления для поездов своего формирования по каждому парку поездов, отправляемых на участок j :

$$t_{от(j)}^{TB} = t_{то} + t_{о.отп(j)} + \Delta t_{доп}^{TB}, \quad (4.6)$$

где $t_{то}$ – время технологической обработки состава поезда своего формирования в парке;

$t_{о.отп(j)}$ – время ожидания отправления на участок j , определяемое в зависимости от его загрузки;

$\Delta t_{доп}^{TB}$ – дополнительное время простоя состава в парке отправления, связанное с необходимостью ожидания твердой нитки графика.

Среднее время нахождения составов в подсистеме формирования определяется по формуле:

$$t_{\text{пф}}^{\text{ТВ}} = t_{\text{о.оф}} + t_{\text{оф}} + t_{\text{пер}} + \Delta t_{\text{доп}}^{\text{ТВ}}, \quad (4.7)$$

где $t_{\text{о.оф}}$ – продолжительность ожидания окончания формирования поездов;

$t_{\text{пер}}$ – продолжительность перестановки состава из сортировочного парка в парк отправления.

При наличии резерва путей в сортировочном парке, который обеспечивает все время простоя состава, значение величины $\Delta t_{\text{доп}}^{\text{ТВ}}$ в формуле (4.6) равно нулю. При наличии частичного резерва путей в сортировочном парке и парке отправления общее время ожидания твердой нитки определяется по формуле:

$$\Delta t_{\text{доп}}^{\text{ТВ}} = \Delta t_{\text{доп}}^{\text{ТВ СП}} + \Delta t_{\text{доп}}^{\text{ТВ ПО}} \quad (4.8)$$

В результате норма времени нахождения на станции транзитных и перерабатываемых вагонов будет определяться по формуле:

$$t_{\text{пер}}^{\text{ТВ}} = t_{\text{пп}} + t_{\text{расф}} + t_{\text{форм}} + t_{\text{по}} + \Delta t_{\text{доп}}^{\text{ТВ}} \quad (4.9)$$

где $t_{\text{пп}}$ – продолжительность нахождения составов в парке приема;

$t_{\text{расф}}$ – продолжительность расформирования составов на сортировочных устройствах.

4.3 Определение допустимых размеров переработки при применении твердых ниток графика

При составлении графика движения поездов появляется возможность дать оценку конкретного направления на предмет способности сортировочных станций перерабатывать вагонопотоки и отправлять

сформированные поезда по твердым ниткам. Для того чтобы одновременно обеспечить стабилизацию движения, эффективное использование локомотивного парка, а также пропускную способность станций и участков, необходимо гарантировать обязательный резерв путей в сортировочном парке, а при невозможности – в парке отправления.

Чтобы определить, сможет ли конкретная сортировочная станция обеспечить отправление сформированных поездов по твердым ниткам графика, требуется проверить ряд условий, так как существуют определенные ограничения - это может не только не оптимизировать работу станции, но и вызвать значительные затруднения при переработке вагонопотоков, приеме и отправлении поездов на участки.

Допустимые размеры переработки по плану формирования и движения поездов по графику рассчитываются по методике, представленной в [72]. Для транзитного поездопотока ограничения характеризуются технически допустимым количеством транзитных поездов, определяемом из условия их беспрепятственного приема станцией в сутки с расчетными размерами работы, равными полусумме средних и максимальных размеров суточного поездопотока в месяце максимальных грузовых перевозок.

В работе [73] определяется технически допустимое число назначения плана формирования станции определять функцией зависимости от числа составов, поступающих в переработку за сутки, а также количества маневровых локомотивов, работающих на вытяжках и сортировочной горке. При отправлении поездов по твердым ниткам графика кроме этих факторов необходимо также учитывать количество поездов, отправляемых по станции по расписанию («ядро»), так как это непосредственно влияет на количество сортировочных путей, свободных для накопления составов по назначениям плана формирования. Таким образом, для поездопотока, перерабатываемого на станции и отправляемого по твердым ниткам графика ограничения характеризуются функцией:

$$k_{\text{тех}} = f(n_{\text{пер}}, M_{\text{г}}, M_{\text{ф}}, N_{\text{тв}}) \quad (4.10)$$

где $k_{\text{тех}}$ – технически допустимое число назначений формируемых поездов;

$n_{\text{пер}}$ – количество составов, поступающих в переработку за сутки;

$M_{\text{г}}, M_{\text{ф}}$ – количество маневровых локомотивов, занятых расформированием-формированием составов на горке и на путях формирования;

$N_{\text{тв}}$ – количество твердых ниток графика, по которым отправляются поезда.

В [74] предложены рекомендации для расчета технико-экономических нормативов по плану формирования поездов сортировочной станции - для того, чтобы определить возможность использования рассматриваемого плана формирования грузовых поездов конкретной сортировочной станции. Зависимость технически допустимых размеров переработки $N_{\text{т}}$ от количества назначений формируемых поездов k ограничивают область, в пределах которой станция (сортировочная система) обеспечивает беспрепятственный прием поездов имеют вид:

$$N_{\text{т}} = f(k) \quad (4.11)$$

где $N_{\text{т}}$ – технически допустимые размеры переработки, поездов/сутки;

k – количество назначений плана формирования грузовых поездов.

Для того чтобы конкретной станцией определить возможность использования рассматриваемого варианта плана формирования грузовых поездов, рассчитывается количество назначений, размеры перерабатываемого вагонопотока, технически допустимые размеры переработки и количество назначения, и в результате рассчитать запас мощности станции как по размерам перерабатываемого вагонопотока, так и по числу назначений.

При отправлении грузовых поездов по твердым ниткам графика и возможности расчета нормативов, а также определении рассматриваемого плана формирования как возможного и эффективного для конкретной системы необходимо ввести дополнительный элемент исходных данных $N_{\text{т max}}^{\text{тв}}$ – допустимые размеры переработки станции при отправлении «ядра» грузовых поездов по твердым ниткам графика.

При разработке и корректировке плана формирования поездов необходимо сопоставлять с технически рациональными размерами перерабатываемого вагонопотока и число назначений поездов по действующему варианту плана формирования, а также по вариантам проектируемого плана.

Запас мощности станции по числу назначений может быть определен по формуле:

$$\Delta k = k_{\text{т}} - k, \quad (4.12)$$

а запас мощности станции по размерам перерабатываемого вагонопотока может быть определен по формуле:

$$\Delta N = N_{\text{т}} - N_{\text{пер}} - N_{\text{тв}}, \quad (4.13)$$

Если $\Delta N \geq 0$ и $\Delta k \geq 0$, то станция имеет запас мощности, и рассматриваемый вариант плана формирования для нее может быть реализован.

4.4 Определение эффективности использования твердого графика при отправлении грузовых поездов с технической станции

Экономия приведенных расходов при организации движения грузовых поездов по твердым ниткам графика по сравнению с организацией движения грузовых поездов в зависимости от сложившегося положения (отправление по готовности).

В данной работе расчет экономии производится для поездов определенной мощности назначения в соответствии с [75].

В качестве наиболее мощного назначения выбрано назначение станция Нижнеднепровск-Узел – Одесса-Сортировочная. В таблице 4.1 приведены результаты расчетов зависящих эксплуатационных расходов (расчеты производились при помощи программы «ГАС Railway»). Это направление протяженностью 627 км на пути следования имеет опорные станции маршрута: Нижнеднепровск-Узел – Пятихатки-стыковая – Знаменка – Одесса-Сортировочная. На этих станциях происходит смена поездного локомотива.

Как уже отмечалось, при организации движения грузовых поездов по твердым ниткам графика, непроизводительные простои вагонов и локомотивов значительно сокращаются как на станции формирования составов, так и на попутных станциях при эффективном планировании продвижения вагонопотоков. Так как твердая нитка согласована по направлению следования, то поезда, следующие по определенному маршруту, должны своевременно обеспечиваться не только поездными локомотивами и локомотивными бригадами при их смене, но и подвергаться первоочередному техническому осмотру бригадами пункта технического осмотра.

Таким образом, экономия от формирования и проследования поезда по твердой нитке графика составит:

$$\sum E = E_{\text{ст.ф}} + E_{\text{оп.ст}} + E_{\text{ст.назн}} + E_{\text{лок}}, \quad (4.14)$$

где $E_{\text{ст.ф}}$ – экономия расходов на станции формирования;

$E_{\text{оп.ст}}$ – экономия расходов на опорных станциях маршрута;

$E_{\text{ст.назн}}$ – экономия расходов на станции назначения;

$E_{\text{лок}}$ – экономия расходов за счет эффективного использования локомотивного парка.

Таблица 4.1 – Расчет эксплуатационных расходов по направлению Нижнеднепровск-Узел – Одесса-Сортировочная

Участок движения	Характеристика участка				Расходы на 1 груженный вагон, грн	в том числе					
	Длина, км	Время следования, ч	Масса состава, т	Серия лок-ва		вагоно- км	вагоно- час	локомо- тиво-км	бригадо- км	поездо- км	энергоре- сурсы
Нижнеднепровск-Узел – Пятихатки стыковая	130	3,25	5600	ВЛ10	960,79	102,70	40,20	176,96	59,70	278,63	302,60
Пятихатки стыковая – Знаменка	107	2,4	5600	ВЛ60	938,62	84,53	29,69	130,68	44,08	272,20	377,44
Знаменка – Одесса- Сортировочная	390	7,1	5600	ВЛ60	2882,37	308,10	87,83	386,60	130,42	835,88	1133,54

Экономия расходов на станции формирования поезда составит:

$$E_{\text{ст.ф}} = \Delta t_{\text{пер}}^{\text{ст.ф}} c_{\text{в}}, \quad (4.14)$$

где $\Delta t_{\text{пер}}^{\text{ст.ф}} = t_{\text{пер}} - t_{\text{пер}}^{\text{тв}}$ – сокращение общего времени простоя сформированного поезда на сортировочной станции при отправлении по твердым ниткам графика по сравнению с технологией отправления поезда по готовности;

$c_{\text{в}}$ – расходная ставка на 1 час простоя 1 вагона рабочего парка.

Экономия расходов на опорных станциях маршрута может быть определена как:

$$E_{\text{оп.ст}} = \Delta t_{\text{пер}}^{\text{ст.п}} c_{\text{в}} + \Delta t_{\text{лок.бр}} c_{\text{л}}, \quad (4.15)$$

где $\Delta t_{\text{пер}}^{\text{ст.п}}$ – сокращение общего времени простоя на попутной станции за счет сокращения ожидания времени обслуживания бригадой ПТО;

$\Delta t_{\text{лок.бр}}$ – сокращение времени ожидания локомотивной бригады;

$c_{\text{л}}$ – расходная ставка на 1 час простоя грузового поезда.

Экономия расходов на станции назначения поезда может быть определена как:

$$E_{\text{ст.назн}} = \Delta t_{\text{пер}}^{\text{ст.н}} c_{\text{в}}, \quad (4.16)$$

где $\Delta t_{\text{пер}}^{\text{ст.н}}$ – сокращение общего времени простоя на станции назначения за счет сокращения ожидания времени обслуживания бригадой ПТО.

Экономия расходов за счет эффективного использования локомотивного парка поезда может быть определена как:

$$E_{\text{лок}} = (\Delta t_{\text{лок}}^{\text{ст.ф}} + \Delta t_{\text{лок}}^{\text{с}}) c_{\text{л}}, \quad (4.17)$$

где $\Delta t_{\text{лок}}^{\text{ст.ф}}$ – сокращение общего времени простоя локомотивов на

станции формирования за счет исключения ожидания поездного локомотива;

$\Delta t_{\text{лок}}^c$ – сокращение общего времени простоя локомотивов на попутных станциях следования за счет исключения ожидания локомотивной бригады.

4.5 Внедрение разработанного способа организации вагонопотоков на технических станциях

На качество перевозочного процесса, помимо инфраструктурных, существенное влияние оказывают внутренние факторы, определяемые уровнем развития системы управления перевозками и степенью использования оптимальных технологий. Резервы оптимизации движения вагонов по сортировочным станциям состоят в сокращении времени на ожидание составами переработки, обработку в парках и в процессе накопления.

Сортировочные станции, как правило, оснащены автоматизированными системами управления, которые обеспечивают улучшение качества труда работников станции, увеличивают производительность труда за счет удобства получения и ввода информации, а также значительно оптимизируют процесс планирования работой станции.

Одной из функций системы является текущее планирование поездообразования по 4-6 часовым периодам, которое при введении организации движения грузовых поездов по твердым ниткам, должно учитывать порядок формирования и подготовки к отправлению поездов «ядра». Автоматизированная система предоставляет оперативным руководителям станции данные для принятия решения, формирования отчетов и планирования информации:

- расположение вагонов в сортировочном парке;
- готовность к отправлению;
- накопление составов определенного назначения плана формирования;
- порядок выставки готовых составов в парк отправления и др.

Следуя предлагаемому порядку составообразования, оперативные

руководители станции (в частности маневровый диспетчер) должны осуществлять планирование работы станции не только на основе получаемой из системы информации, но и с учетом предлагаемой технологии работы (порядка формирования, перестановки и подготовки составов к отправлению).

Для осуществления предварительного планирования составообразования с использованием АСУ станции предлагается новая последовательность операций в процессе формирования и отправления поездов по твердым ниткам графика, приведенная на рисунке 4.3.

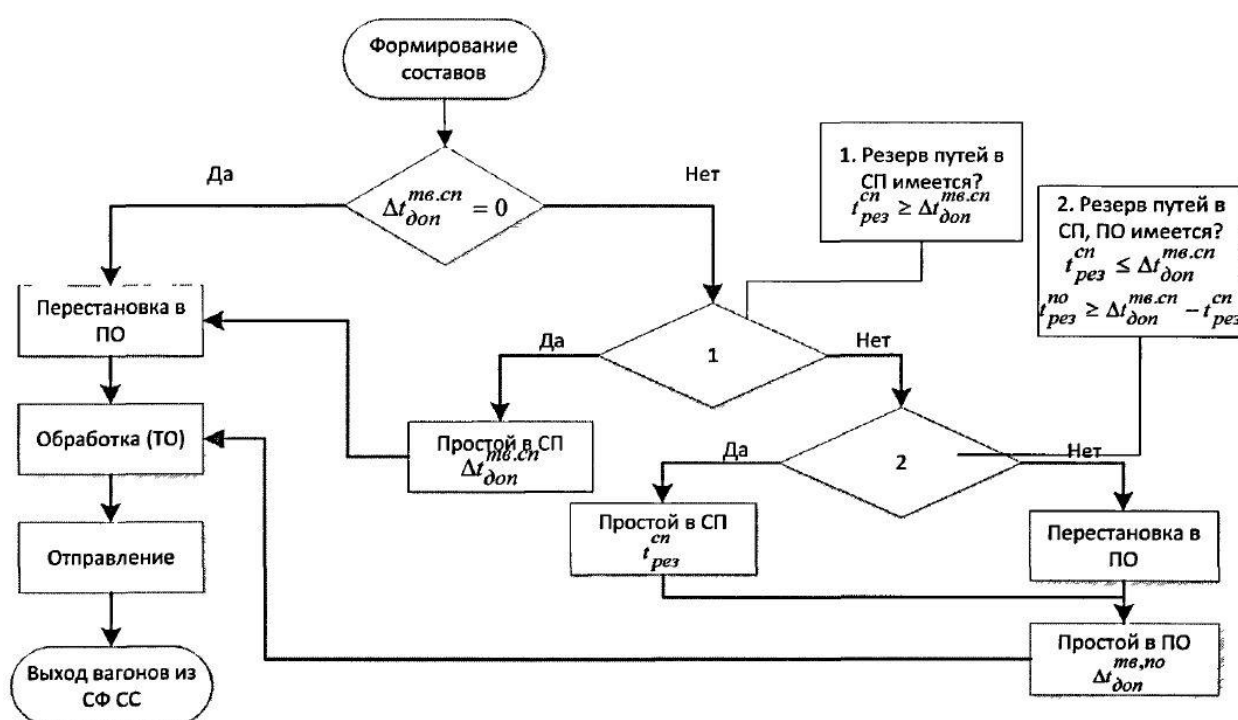


Рисунок 4.3 - Последовательность составообразования на технических станциях при отправлении грузовых поездов по твердым ниткам графика.

Данный порядок составообразования может рассматриваться как алгоритм принятия оперативных решений маневровым диспетчером станции. Блоки со сплошными границами включают в себя технологические операции и элементы ожидания операций переработки вагонов в системе формирования. Блок со штрихпунктирной границей является возможным, но необязательным (так как простой в ожидании твердой нитки графика может быть в полной мере организован в сортировочном парке). Сплошные линии

указывают на то, что такой порядок применяется при существующей системе планирования.

Простой состава осуществляется в сортировочном парке при наличии свободных путей до того, момента, когда времени до твердой нитки графика останется достаточно для перестановки состава в парк отправления, его обработки и выполнения необходимых операций по отправлению с учетом технологических резервов (по необходимости). Если свободных путей в сортировочном парке для обеспечения этого времени простоя нет, то проверяется условие организации частичного простоя в сортировочном парке, насколько это возможно согласно существующему оперативному плану работы системы, и в парке отправления.

Следует учитывать, что при поэтапном переходе к организации движения грузовых поездов по твердым ниткам графика часть поездов будет отправляться по готовности, то есть, значительно сократив занятость путей отправочного парка при исключении технологического элемента «ожидание поездного локомотива» для поездов «ядра», оставшаяся часть поездов по прежнему будут занимать пути. Поэтому в первую очередь необходимо эффективно использовать пути сортировочного парка в зависимости от особенностей технологии каждой рассматриваемой станции.

Для того чтобы одновременно обеспечить стабилизацию движения, эффективное использование локомотивного парка, а также пропускную способность станций и участков, необходимо гарантировать обязательный резерв путей в сортировочном парке, а при невозможности - в парке отправления. Таким образом, если при расчете технологических резервов станции получено такое значение, которое позволит формировать и отправлять полновесные или полносоставных грузовые поезда, то станция при имеющихся мощностях технических устройств должна будет обеспечить стабильное функционирование по формированию и отправлению поездов по твердым ниткам графика. Одной из задач маневрового диспетчера будет обеспечить место и время простоя составов, ожидающих твердую нитку графика. Для

обеспечения места простоя работниками станции должна быть скорректирована специализация путей сортировочного парка, эффективно применяться скользящая специализация, должны будут использоваться диспетчерские пути, обеспечивая при этом наименьшие объемы повторной сортировки.

В настоящее время грузоотправители и грузополучатели для сокращения расходов, связанных с хранением запасов грузов, заинтересованы в определении реальных сроков доставки. Использование предлагаемой методики расчета прогнозируемого срока доставки целесообразно при заключении договоров с клиентами железнодорожного транспорта для организации перевозочной работы по принципу «точно в срок».

В методике учтена возможность сортировочных станций формирования поездов с учетом установленных твердых ниток графика. Движение «ядра» поездов по твердым ниткам позволяет за счет предварительного планирования улучшить использование локомотивов и локомотивных бригад, а также прогнозировать время нахождения вагона на станциях переработки вагонопотока. Существующее техническое оснащение инфраструктуры сортировочных станций и установленный план формирования грузовых поездов ограничивают возможное количество твердых ниток.

Организация доставки «точно в срок», должна опираться на технологию перевозочного процесса. Таким образом, организация движения грузовых поездов по твердым ниткам графика, учитывающая индивидуальные особенности струй вагонопотока, позволит использовать такие принципы доставки грузов, которые снижают затраты смежных звеньев цепочки транспортирования.

4.6 Специализированные ускоренные контейнерные поезда

Развитая контейнерная транспортная система предполагает курсирование специальных контейнерных поездов, связывающих между собой крупные центры зарождения и погашения контейнеропотоков.

Контейнерный поезд – это сквозной грузовой поезд, сформированный

на станции погрузки и следующий без переформирования до станции выгрузки или расформирования. Неправильно называть контейнерными поездами (а это иногда имеет место) группы вагонов с контейнерами одного назначения, включенными в обычные грузовые поезда, которые следуют до места назначения с переработкой на попутных сортировочных станциях.

Контейнерные поезда позволяют: снижать сроки доставки контейнерных грузов, перевозимых железнодорожным транспортом; увеличивать работу контейнеров и вагонов за счет сокращения их оборота; уменьшать объем сортировки на станциях. Перевозка контейнеров в сквозных поездах до мест назначения исключает переработку на сортировочных станциях, следовательно, и возникновение больших динамических нагрузок, а с этим связано повышение сохранности грузов и контейнеров, особенно крупнотоннажных.

Пункты формирования контейнерных поездов размещаются главным образом в крупных промышленных центрах и морских портах, связанных с международными перевозками.

Конечными станциями контейнерных сквозных поездов, т. е. станциями расформирования, могут быть как грузовые станции крупного промышленного центра с расположенными на ней пунктами переработки контейнеров, так и любая сортировочная станция. Прием контейнерного поезда непосредственно с линии на грузовую станцию может осуществляться, если, во-первых, на нее возможен вообще прием поездов с поездными локомотивами (тупиковые станции нередко не имеют, например, контактной сети для электровазов) и, во-вторых, поезд не требует сортировки, т. е. он одногруппный. Во всех остальных случаях контейнерный поезд должен приниматься на сортировочную станцию, ближайшую к контейнерному пункту. При этом, если он одногруппный, то в полном составе без сортировки передается на контейнерный пункт, а если многогруппный, то пропускается через сортировочную систему. Таким образом, сквозные контейнерные поезда во всех случаях являются

отправительскими специализированными маршрутами, следующими на одну станцию назначения или на участок сети с распылением на сортировочной станции.

Курсировать без переработки контейнерные поезда могут между: крупными промышленными; крупным промышленным центром и портом; крупными морскими портами; крупным промышленным центром и сортировочной станцией; крупным морским портом и сортировочной станцией.

В последних двух случаях контейнерные поезда могут следовать только в одном направлении, так как формирование поезда с нескольких грузовых станций, для отправления в порт или узел очень сложно и нерентабельно.

Обращение контейнерных поездов может быть организовано по принципу обычных грузовых поездов или как кольцевых маршрутов, когда за составом закреплены определенные вагоны.

Организация подвоза контейнеров специализированными поездами в морские и речные порты к определенному рейсу судна-контейнеровоза, а также вывоза прибывших с таким судном контейнеров требует согласованной работы всех звеньев железнодорожного и морского транспорта - участников единой контейнерной транспортной системы.

Основное преимущество, которое при правильной организации работы дает введение в обращение специальных сквозных контейнерных поездов, - это сокращение сроков доставки потребителю контейнерных грузов. Получить его можно главным образом за счет проследования поездом без переработки сортировочных станций, на которых по действующему плану формирования производится расформирование поездов. Экономия вагоно-часов будет тем больше, чем больше поезд проследует станций без переработки. Некоторое уменьшение времени доставки вагона с контейнерами в специальном поезде до места назначения можно получить также за счет сокращения стоянок на технических станциях,

предназначенных для осмотра вагонов, смены локомотивов и бригад, а также использования оптимальной графической нитки, т.е. минимального количества и продолжительности стоянок поездов на промежуточных станциях под обгоном, скрещением и т.д. Анализ графиков движения поездов показывает, что по этим соображениям контейнерный поезд лучше всего отправлять вечером вслед за пассажирским. При определенном весе и длине он может выдерживать скорость пассажирского поезда и доставлять контейнеры на пункт назначения в кратчайшие сроки. Вечернее время отправления контейнерного поезда удобно еще и тем, что все завезенные и погруженные днем контейнеры могут быть с ним отправлены.

В общем виде условие назначения контейнерного поезда на любое направление, т. е. выделение отправительского маршрута с контейнерными грузами из общего вагонопотока этого назначения, определяется неравенством

$$C_{\text{эк}} - (\pm C_{\text{вп}}) - (\pm C_{\text{мп}}) - C_{\text{пер}} - (\pm C_{\text{вв}}) - (\pm C_{\text{мв}}) \geq 0, \quad (4.18)$$

где $C_{\text{эк}}$ – экономия в пути следования от пропуска маршрутов без переработки через сортировочные и участковые станции;

$C_{\text{вп}}$ – дополнительные затраты (+) или экономия (-) на накопление груженых вагонов на станции погрузки, возникающие при организации маршрутов по сравнению с немаршрутной погрузкой;

$C_{\text{мп}}$ – то же на маневровую работу на станции погрузки;

$C_{\text{тр}}$ – затраты, связанные с переломами веса или длины маршрутов;

$C_{\text{вв}}$ – дополнительные затраты (+) или экономия (-) на простое груженых вагонов на станции выгрузки маршрутов;

$C_{\text{мв}}$ – то же на маневровую работу на станции выгрузки.

Все слагаемые принимаются в приведенных вагоно-часах груженых вагонов.

Из формулы видно, что специальный поезд с контейнерными грузами целесообразно назначать, если экономия времени его следования по

сравнению с немаршрутной отправкой вагонов будет, по крайней мере, не меньше дополнительных затрат времени. Возникают эти дополнительные затраты времени при назначении отдельного маршрута главным образом на станциях погрузки и выгрузки контейнеров. На станции погрузки, т. е. станции формирования поезда, основные дополнительные возможные затраты времени связаны с накоплением вагонов на поезд.

Снижение затрат времени на накопление вагонов с контейнерами на поезд может достигаться двумя путями: либо организацией календарного завоза контейнеров, либо отправлением поездов с удовлетворяющей условию частотой. Календарный завоз контейнеров требует большой организационной работы. При этом должны быть учтены возможности грузоотправителей, автотранспорта, погрузочно-разгрузочных механизмов, наличия подвижного состава и т.д. Решение всего этого комплекса вопросов возможно только при активном участии в работе всех членов контейнерной транспортной системы.

Второй путь, достижение необходимой частоты отправления поездов, зависит от мощности контейнеропотока данного назначения. Возможность и целесообразность введения в обращение контейнерных ускоренных поездов повышается, если в них будут включаться прямые вагоны с контейнерами не только в пункт расформирования поезда, но и за него, т. е. на участок дороги. Это дает увеличение контейнеропотока назначения, а следовательно, повышение частоты отправления.

Целесообразность выделения контейнеропотоков в отдельные назначения (поезда) может определяться как в натуральных величинах (вагоно-часах, контейнеро-часах и т. д.), так и в стоимостном выражении приведенных вагоно-часов, контейнеро-часов. Последний способ более точен, так как с его помощью определяется влияние других факторов (изменение массы поезда, сокращение сроков доставки груза в контейнерах) на себестоимость перевозки грузов при маршрутной и немаршрутной отправлениях контейнеров.

В любом случае детальный расчет целесообразности маршрутизации

перевозок контейнеров, как и других грузов очень трудоемкий и требует наличия многих данных.

Организация перевозки контейнеров специальными сквозными поездами выдвигает определенные требования к развитию и оснащению контейнерных пунктов и грузовых станций, на которых они расположены. Эти требования связаны с необходимостью накопления контейнеров и вагонов на состав или завоза их в ограниченный отрезок времени на станции отправления и разгрузки и вывоза прибывшего одновременно большого количества контейнеров на станции назначения. Проведение указанных операций требует наличия соответствующего путевого развития станции и контейнерного пункта, их технического оснащения для осмотра и ремонта вагонов и контейнеров, проверки и опробования тормозной системы вагонов и погрузки и выгрузки контейнеров.

Проведенные до настоящего времени исследования показывают, что поезда должны включать контейнеры назначением как в один узел, так и на участок сети, т. е. формироваться одnogруппными и групповыми.

Эффективное функционирование отечественной контейнерной транспортной системы определяется еще и состоянием ее материально-технической базы, под которым следует понимать обеспеченность погрузочно-разгрузочной техникой для переработки контейнеров на станциях, самими контейнерами и средствами их перевозки, а также формой управления контейнерными перевозками и инфраструктурой.

ВЫВОДЫ

В данной работе рассмотрена проблема повышения степени интероперабельности при перевозке экспортных грузов за счет использования контейнерных поездов и твердых ниток графика движения поездов. Актуальность данного вопроса возрастает еще и за счет того, что Украина является страной-транзитером между странами ЕС и Китаем, что дает возможность привлечь дополнительные объемы перевозок контейнеров на железнодорожном транспорте в прямом сообщении.

В работе был выполнен анализ состояния экспорта грузов из Украины. Динамика экспорта имеет возрастающую тенденцию. В мире развиваются контейнерные перевозки, так как они наиболее полно обеспечивают доставку груза по схеме «от двери до двери». К сожалению, Украина мало использует этот потенциал, и значительная часть контейнеропригодного груза перевозится по бесконтейнерным схемам.

Выполненный анализ транзитного потенциала Украины показал, что страна имеет значительные возможности для оказания услуг по транзиту грузов ее территорией. Заинтересованность в использовании сети железных дорог Украины значительная, но необходимо обеспечить четкие сроки доставки грузов.

Проанализировано состояние и проблемы развития контейнерных перевозок на сети железных дорог Украины, установлено, что состояние контейнерных перевозок в Украине отстает от уровня развитых стран. При этом результаты 2019 года для контейнерных перевозок железными дорогами Украины были достаточно хорошими: организовано 41 контейнерный поезд, из которых 32 курсируют на регулярной основе. На протяжении 2019-го организовано курсирование 26 новых контейнерных поездов, но, как правило, это внутренние маршруты. При этом технология работы с контейнерными поездами, для обеспечения сроков доставки и снижения стоимости перевозки, требует усовершенствования.

Для усовершенствования технологии работы технических станций с целью применения технологии отправления контейнерных поездов по твердым ниткам графика движения поездов было проведено исследование процесса накопления составов. Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– установлено, что величина интервала I поступления вагонов на отдельное назначение имеет распределение по закону Эрланга. Математическое ожидание интервала прибытия $M[I]$ зависит от мощности вагонопотока N ;

– установлено, что величина количества вагонов n в отдельном поступлении на отдельное назначение распределена по показательному закону. Между средними значениями интервала поступления вагонов и количества вагонов в одном поступлении существует связь вида $M[I] = 35 + \frac{5700,71}{N}$;

– установлено, что абсолютные значения случайной величины n и абсолютные значения случайной величины I являются независимыми;

– установлено, что величина количества вагонов, которые поступают в отдельный час суток не зависит от периода суток;

– выявлено, что, в связи с неравномерностью поступления вагонов на отдельное назначение в течение суток, норму времени накопления состава на технических станциях превышают 42-46% составов. Это приводит к увеличению продолжительности нахождения отдельных составов на станции, которые отрицательно влияет на ряд показателей работы технических станций.

Отправление поездов полновесными или полносоставными позволяет оперативно влиять на процесс накопления для сокращения затрат вагоно-часов. За счет того, что замыкающая группа в среднем больше группы, которая необходимая для завершения накопления составу, который удовлетворяет любому условию, рабочие станции в каждом конкретном случае решают вопросы о том, сколько вагонов из нее можно включить в данный состав.

В работе выполнено усовершенствование алгоритма планирования составообразования на технических станциях. Разработанные рекомендации позволят повысить эффективность использования их инфраструктуры, обеспечить сокращение затрат времени на переработку составов в системе формирования, уменьшить оборот вагонов и локомотивов за счет сокращения элементов ожидания, ускорить продвижение вагонопотока.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Інфографіка щодо загальних підсумків експорту товарів і послуг України у 2019 році [Електронний ресурс]: Режим доступа: <https://www.me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&id=e3c3c882-4b68-4f23-8e25-388526eb71c3&tag=TendentsiiEksportuInfografika-eksport->
2. В 2019 году главным торговым партнером Украины впервые стал Китай. Россия, наоборот, теряет экономическую связь с Украиной. [Електронний ресурс]: Режим доступа: <https://nv.ua/biz/economics/top-10-torgovyh-partnerov-ukrainy-rossiya-poteryala-liderstvo-novosti-ukrainy-50071571.html>
3. Китай стал главным торговым партнером Украины [Електронний ресурс]: Режим доступа: <https://gordonua.com/news/money/kitay-stal-glavnym-torgovym-partnerom-ukrainy-1509448.html>
4. ТОП-5 крупнейших торговых партнеров Украины в экспорте [Електронний ресурс]: Режим доступа: <https://uteka.ua/publication/news-14-delovye-novosti-36-top-5-krupnejshix-torgovyx-partnerov-ukrainy-v-eksporte>
5. Украина и экспорт в ЕС: продаем сырье, а закупаем топливо [Електронний ресурс]: Режим доступа: <https://economics.segodnya.ua/economics/enews/ukraina-i-eksport-v-es-prodaem-syre-a-zakupaem-toplivo-1224426.html>
6. Сергей Сидоренко. От Польши до Мальты: кто заменил Украине российский рынок после ассоциации с ЕС [Електронний ресурс]: Режим доступа: <https://www.euneighbours.eu/ru/east/eu-in-action/stories/ot-polshi-do-malty-kto-zamenil-ukraine-rossiyskiy-rynok-posle-associacii>
7. Что дала Украине зона свободной торговли с ЕС за четыре года (инфографика) [Електронний ресурс]: Режим доступа: <https://news.finance.ua/ru/news/-/470561/chto-dala-ukraine-zona-svobodnoj-torgovli-s-es-za-chetyre-goda-infografika>

8. Воронова, Л.В. Зовнішня торгівля України: тенденції розвитку [Текст] / Л.В. Воронова // Зовнішня торгівля. – 2000. – № 3. – с. 102-105.

9. Кабмин упрощает прохождение таможенного контроля для предприятий [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://delo.ua/economyandpoliticsinukraine/minfin-uproschaet-prohozhdenie-tamozhennogo-kont-371597/>

10. Упрощаются таможенные процедуры! [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://pravo.ua/articles/uproshhajutsja-tamozhennye-procedury/>

11. Минакова, С. М. Экономический механизм реализации экспортного потенциала Украины [Электронный ресурс] / С. М. Минакова // [Розвиток методів управління та господарювання на транспорті](#). – 2011. – Вип. 37. – С. 169-178. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rmegt_2011_4_17

12. Про транзит вантажів: Закон України від 20 жовтня 1999 р. №1172-XIV // Відомості Верховної Ради України. – 1999. – ст. 446 (із змінами та доповненнями).

13. Джулай С.В., к.е.н. Шаповал С.С. Одеський національний політехнічний університет [Электронный ресурс] / Джулай С. В. Транзитний потенціал України: сучасний стан та проблеми використання – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/21_NIEK_2007/Economics/24101.doc.htm.

14. СТА Логистик. Общие тенденции развития транспортно-логистического сервиса [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.sta-logistic.by/infocenter/articles-417.html>.

15. Альтернативи транспортної складової [Электронный ресурс] / Проблеми реалізації та перспективам ефективного використання транзитного потенціалу України. – Режим доступа: <http://bo0k.net/index.php?bid=3190&chapter=1&p=achapter>.

16. Месік Ю. Україна та новий Шовковий шлях: чи візьме Київ участь у "проекті сторіччя" [Электронный ресурс] / Ю. Месік // Європейська правда.

– 2015. – 2 червня. – Режим доступа:
<http://www.eurointegration.com.ua/articles/2015/06/2/7034385/>

17. Рейтинг экономики развитых стран мира [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://visasam.ru/emigration/vybor/ekonomika-stran-mira-2.html>.

18. Китай - Экспорт товаров, в текущих ценах (долл. США) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://knoema.ru/atlas/Китай/topics/Внешняя-торговля/Экспорт/Экспорт-товаров>.

19. China exports slump more than expected in December, imports growth cools [Electronic resource] // CNBC. – 2017. – Mode of access: <http://www.cnbc.com/2017/01/12/china-2016-exports-fall-while-imports-riseslightly>.

20. Транспортные коридоры Шелкового пути: потенциал роста грузопотоков через ЕАЭС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://eabr.org/analytics/integration-research/cii-reports/transportnye-koridory-shelkovogo-puti-potentsial-rosta-gruzopotokov-cherez-eaes/>.

21. Бакаєв О.О., Пирожков С.І., Ревенко В.Л. Міжнародні транспортні коридори – особливий пріоритет України на шляху інтеграції у світову економічну систему [Текст] / О.О. Бакаєв, С.І. Пирожков, В.Л. Ревенко // Стратегічна панорама: журнал Національного інституту проблем міжнародної безпеки. – 1999. – № 4.

22. Якименко, Н.В. Пріоритетні напрямки розбудови міжнародних транспортних коридорів на території України (з точки зору Харківського регіону) [Текст] / Н.В. Якименко // Науково-технічний збірник «Коммунальное хозяйство городов». – 2007 – 78. – С. 381–386

23. Панъевропейский транспортный коридор (критские или хельсинкские коридоры) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://old.flot2017.com/file/show/none/8009>.

24. Транскаспийский международный транспортный маршрут наращивает [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://casp-geo.ru/transkaspiskij-mezhdunarodnyj-transportnyj-marshrut-narashhivaet-oboroty/>.

25. Транспортные коридоры Шелкового пути: потенциал роста грузопотоков через ЕАЭС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://eabr.org/analytics/integration-research/cii-reports/transportnye-koridory-shelkovogo-puti-potentsial-rosta-gruzopotokov-cherez-eaes/>.

26. Новый Шелковый путь: к инициативе присоединились 16 стран Центральной и Восточной Европы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ukrinform.ru/rubric-economy/2353934-novyj-selkovyj-put-k-iniciative-prisoedinilis-16-stran-centralnoj-i-vostocnoj-evropy.html>.

27. Средний Коридор: больше возможностей для транзита из Китая в ЕС [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://logist.today/dnevnik_logista/2019-11-04/srednij-koridor-bolshe-vozmozhnostej-dlja-tranzita-iz-kitaja-v-es/.

28. Н.В. Павліха, П.В. Кузьмін. Модернізація транспортних коридорів в умовах економічної нестабільності [Текст] // Збірник наукових праць Національного університету державної податкової служби України. – № 1 – 2011. – С. 36-41.

29. Викинг и Новый Шелковый путь объединены [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://nackor.org/ru/viking-i-noviy-shovkoviy-shlyah-ob-dnani?_cf_chl_jschl_tk_=15d6185d5e7de9cb2e46924dc6709ac193c9eeb3-1598784363-0-ARv7E7wTxMZL3ainYJi57diffaCP8pa6aocrv5F_KW004ODX0q8efZHFRyfJ9dTRuPSi7u3unkGShAT2P7i_pXpk6i62q6Ja3Dpa7ox2knmGNtyMh7xnGI0D6qZdxVT-74LUVLI0ti9h9oKaKqK3eP6LFqqw0IuAVf36TjRgyF1Mf3xn5PdgmjyIOh5deW2MREhj9zi3wHApAcgV7I96yLjycOHmq_s1_s1hcKhPqJwURTPn8BG-

[TDGR0cvL-dYD-NxmfN0XZhsXuQpyEw9l03e33Puo0_I6xr-jCQb0Yzi55PMWKCUEfGhI_2pwGtMoVJa7AQZtop6KoOvc0zOIwvA](https://tdgr0cvL-dYD-NxmfN0XZhsXuQpyEw9l03e33Puo0_I6xr-jCQb0Yzi55PMWKCUEfGhI_2pwGtMoVJa7AQZtop6KoOvc0zOIwvA).

30. В Киеве презентовали концепцию скоростной железной дороги Китай-Украина-Европа [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cfts.org.ua/news/2018/08/16/v_kieve_prezentovali_kontseptsiyu_skorostnoy_zheleznoy_dorogi_kitay_ukraina_evropa_48919.

31. Білецький Ю. В. Підвищення конкурентноздатності залізничного транспорту за рахунок контейнерних перевезень [Текст] / Ю. В. Білецький, С. О. Семенов, Я. С. Горюшко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - 2015. - № 1. - С. 148-151.

32. Экономика железнодорожного транспорта [Текст] / Под ред. Н. П. Терёшиной, Б. М. Лapidуса. // – 2011. – М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» – 676 с.

33. Дерибас А. Т. Экономическая эффективность контейнерных перевозок [Текст]/ А. Т. Дерибас, М. Ф. Трихунков. // – 1974. – М.: Транспорт – 64 с.

34. В. Деменко. Мультиmodalний транспорт. Економічні аспекти. Круглий стіл: Закон про мультиmodalні перевезення [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mtu.gov.ua/files/Презентация%20Владимира%20Деменко%2020.08.18.pdf>

35. Китай – Европа: сухопутный контейнерный прорыв вопреки «экономиксу» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://eurostatica.com/news/463/>

36. За оперативними даними у січні-вересні 2020 року морські порти України обробили 118,78 млн т вантажів [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.uspa.gov.ua/ru/press-tsentr/novosti/novosti-ampu/17839-za-operativnimi-danimi-u-sichni-veresni-2020-roku-morski-porti-ukrajini-obrobili-118-78-mln-t-vantazhiv>

37. Мироненко В. К. Аналіз стану і проблем розвитку контейнерних перевезень залізницями України [Текст] / В. К. Мироненко, Н. М. Алексійчук // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2012. – № 6 (177) частина 1. – С. 108–113.

38. Офіційний сайт ДП УДЦТС «Ліски» [[Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://www.liski.com.ua>

39. Контейнерні тренди – 2019: зростання внутрішніх перевезень [Електронний ресурс] – Режим доступа: https://info.uz.ua/articles/konteynerni-trendi2019-zrostannya-vnutrishnikh-perevezen_1582639901

40. Підтримка інтеграції України до Транс-Європейської транспортної мережі ТЄМ-Т [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://www.tent.org.ua/ua/97.htm>

41. Баскаков, П.В. Совершенствование управления контейнерными перевозками на основе создания консолидированной компании: автореф. канд. техн. наук [Текст] / Баскаков П.В. // Москва: МИИТ, 2009. - 24 с.

42. Межох, З.П. Основные тенденции развития контейнерных перевозок во внутригосударственном и межгосударственном сообщениях [Текст] / З.П. Межох, Е.А. Москвой // Наука и техника транспорта. - 2003. - № 4. - С. 73-75.

43. Грязнов, М.В. Критерии выбора участников перевозочного процесса при организации высоконадежных схем доставки контейнеров. [Текст] / М.В. Грязнов, Р.А. Франюк, О.В. Фридрихсон // Бюллетень транспортной информации. - 2011. - №1. - С. 14-17.

44. Типы контейнеров для перевозки грузов [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://primelog.ru/useful/tipy-konteynerov-dlya-perevozki-gruzov/>

45. Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mtu.gov.ua>

46. Савенко, А.С. Экономическая эффективность контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте [Текст] / А. С. Савенко, Г. И.

Музыкина, П. В. Бех // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. - 2005. - Вип. 9. - С. 226-228.

47. Мироненко В. К. Пріоритети розвитку контейнерних перевезень залізницями України [Текст] / В. К. Мироненко, Н. М. Алексійчук // Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології. Сер. «Техніка, технологія». – 2013. – С. 176–178.

48. Огороков А. М. Аналіз перспектив розвитку ринку контейнерних перевезень в Україні [Текст] / А. М. Огороков // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ. - 2015. - № 10. - С. 98 - 102.

49. Ковалева, Ю. А. Тенденции развития черноморско-азовского рынка контейнерных перевозок [Текст] / Ю. А. Ковалева // Вісник економіки транспорту та промисловості. - 2011. - № 35. - С. 86-90.

50. Огороков, А. М. Розробка методики оптимізації технічних параметрів транспортних вантажних комплексів [Текст] / А. М. Огороков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2015. № 2/3 (74). - С. 9-14.

51. Огороков, А. М. Використання супутникових систем позиціонування об'єктів для удосконалення управління вантажними комплексами [Текст] / А. М. Огороков // Транспортні системи і технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна - Дніпропетровськ, 2013. - Вип. 5. - с. 54-57.

52. Яневич В. З. Дослідження та оптимізація процесу перевезення вантажів залізничним транспортом [Текст] / В. З. Яневич, А. М. Огороков // Транспортні системи і технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна - Дніпропетровськ, 2014. - Вип. 7. - С. 7379.

53. Данько М. І. Графо-аналітична модель обігу вагонів країн СНД та Балтії по відношенню до контейнерного терміналу [Текст] / М. І. Данько, О. М. Ходаківський // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – 2006. – Вип. 5. – С. 5–13.
54. Шторм Р. Теория вероятностей, математическая статистика, статистический контроль качества. – М.: Мир, 1970. – 368 с.
55. Сотников И.Б. Эксплуатация железных дорог в примерах и задачах. М.: Транспорт, 1990. – 232 с.
56. Акулиничев В.М. и др. Математические методы в эксплуатации железных дорог: Учеб. пособие для вузов ж. - д. трансп. / В.М.Акулиничев, В.А. Кудрявцев, А.Н. Корешков – М.: Транспорт, 1981, - 223 с.
57. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учеб. Пособие. – М.: Высш. Школа, 1982. – 224с.
58. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебник. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 228 с.
59. Давид Р. Бриллинджер. Временные ряды. Обработка данных и теория. – М.: Мир, 1980. – 536 с.
60. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України. Київ, 2005.
61. Федотов Н.И. Колебания накопления вагонов в сортировочных парках. Труды НИИЖТ, вып. 65. Новосибирск, 1967. С. 19-27.
62. Ефименко Ю.И. Анализ колебаний часового поступления вагонов по назначениям плана формирования. Труды ЛИИЖТ, вып. 274. Л.: Транспорт, 1967. С. 167-176.
63. Иванков Н.М. К вопросу о влиянии структуры перерабатываемого вагонопотока на использование сортировочных путей. Труды ДИИТа, вып.61, 1966. С. 27-31.
64. Акулиничев В.М. Организация вагонопотоков [Текст] / М.; Транспорт, 1979. 223 с.
65. Расчет времени нахождения вагонов на участковых и сортировочных станциях / Вестник ВНИИЖТ, 1973, № 481, с. 1-10.

66. Аксенов И. М. Особенности реструктуризации в современных условиях [Текст] / И. М. Аксенов, В. В. Пасечник // Залізничний транспорт України. – 2001. – №1. – с.7-11.

67. Кірпа Г. М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему: Монографія [Текст] / Г.М. Кірпа // – Д. : Вид-во ДНУЗТ, 2004. – 248 с.

68. Бакаев А. А. Международные транспортные коридоры Украины: сети и моделирование: монография [Текст] / А. А. Бакаев, С. И. Пирожков, С. Л. Ревенко. – К. : КУЭТТ, 2003. – Т. 1. – 518 с.

69. Козырев С.В. График движения и план формирования поездов-важнейшее составляющие повышения эффективности эксплуатационной работы [Текст] /С.В. Козырев // Железнодорожный транспорт.– 2005. – №7. – С.2-11.

70. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог [Текст] / утв. ОАО «РЖД» 10.11.2010. - М. :ОАО ВНИИАС, 2010. - 305 с.

71. «Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України [Текст]: №1028 – ЦЗ. – Затв. Наказом Укрзалізниці 29. 12. 2004. – Видавництво. – К. : ТОВ «Швидкий рух», 2005. – 100 с.

72. Бородин, А.Ф. Комплексная система организации эксплуатационной работы железнодорожных направлений [Текст]: дис. д-ра техн. наук : 05.22.08 / Бородин Андрей Федорович. - Москва, 2000. - 491 с.

73. Щепанов, С.Л. Техничко-економические характеристики сортировочных станций в системе организации вагонопотоков [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Щепанов Сергей Леонтьевич. - Москва, 2002. - 183 с.

74. Панин, В.В. Организация сетевых вагонопотоков в одnogруппные поезда в условиях структурной реформы на железнодорожном транспорте России [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Панин Виталий Владимирович. - Москва, 2004. — 158 с.

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1.1. – Доля стран-партнеров в экспорте товаров из Украины

Рисунок 1.2. – Прирост торговли Украины со странами-партнерами

Рисунок 1.3. – Структура мирового экспорта товаров из Украины

Рисунок 1.4. – Структура экспорта товаров в страны ЕС из Украины

Рисунок 1.5 – Анализ экспорта-импорта товаров в страны ЕС.

Рисунок 1.6 – Динамика изменения экспорта товаров из Китая (в долларах США).

Рисунок 1.7 – Панъевропейские транспортные коридоры.

Рисунок 1.8 – Транскаспийский международный транспортный маршрут.

Рисунок 1.9 – Сравнение морского и наземного путей между Китаем и ЕС.

Рисунок 1.10 – Проект «Новый Шелковый путь».

Рисунок. 1.11 – Средний коридор Нового Шелкового пути.

Рисунок 1.12 – Викинг и Новый Шелковый путь объединены.

Рисунок 1.13 – Проект высокоскоростной железной дороги из Китая в Европу через Украину

Рисунок 2.1 – Динамика мирового объема контейнерных перевозок

Рисунок 2.2 – Динамика объема контейнерных перевозок между Китаем и странами ЕС.

Рисунок 2.3 – Динамика среднего количества поездов в неделю между Китаем и странами ЕС.

Рисунок 2.4 – Динамика изменения объемов железнодорожных перевозок контейнеров, тыс TEU

Рисунок 2.5 – Структура украинского грузопотока в портах за 9 месяцев 2020 года

Рисунок 2.6 – Динамика изменения объемов перевозки контейнерными поездами в Украине, тыс TEU

Рисунок 2.7 – Схемы маршрутов контейнерных поездов и поездов комбинированного транспорта

Рисунок 2.8 – ТОП-10 контейнерных поездов по объемам перевозок

Рисунок 2.9 – Контейнеры для перевозки сухих сыпучих грузов

Рисунок 2.10 – Варианты конструкции стандартного контейнера

Рисунок 3.1 – Гистограмма и теоретическая кривая функции распределения интервалов поступления на назначение 1 ($N=118$ ваг/сутки)

Рисунок 3.2 – Гистограмма и теоретическая кривая функции распределения количества вагонов в одном поступлении на назначение 1

Рисунок 3.3 – Зависимость величины математического ожидания интервала прибытия $M[L]$ от мощности вагонопотока N

Рисунок 3.4 – Корреляционное поле поступления вагонов на назначение 1

Рисунок 3.5 – Почасовое поступление вагонов на назначение 1

Рисунок 3.6 – Распределение вагоно-часов простоя под накоплением отдельного состава на станции А

Рисунок 3.7 – Распределение вагоно-часов простоя под накоплением отдельного состава на станции В

Рисунок 3.8 – Схема прерывного процесса накопления

Рисунок 3.9 – Схема частично прерывного процесса накопления

Рисунок 3.10 – Схема непрерывного процесса накопления

Рисунок 4.1 – Процесс составообразования в подсистеме формирования

Рисунок 4.2 – Технология работы с транзитными вагонами с переработкой, которые будут отправлены в поездах по твердым ниткам графика

Рисунок 4.3 - Последовательность составообразования на технических станциях при отправлении грузовых поездов по твердым ниткам графика.

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 2.1 – Типы 40-футовых контейнеров

Таблица 2.2 – Типы 20-футовых контейнеров

Таблица 3.1 – Значение χ^2 для назначений с разной мощностью вагонопотока

Таблица 3.2 – Значение χ^2 для назначений с разной мощностью вагонопотока

Таблица 3.3 – Значение коэффициента корреляции

Таблица 3.4 – Превышение расчетной нормы накопления отдельного состава на станции А

Таблица 3.5 – Превышение расчетной нормы накопления отдельного состава на станции В

Таблица 4.1 – Расчет эксплуатационных расходов по направлению Нижнеднепровск-Узел – Одесса-Сортировочная

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА ПОСТУПЛЕНИЯ ВАГОНОВ НА ОТДЕЛЬНЫЕ НАЗНАЧЕНИЯ

Таблица А.1 – Статистический ряд интервалов между поступлением вагонов на назначение 1 ($N=118 \text{ ваг/сут}$)

№№ разрядов	Границы разрядов	Средина разряда, $\bar{I}_j, \text{ мин}$	Кол-во наблюдений в разряде, K_{Ij}	Частость, B_{Ij}	$\bar{I}_j B_{Ij}$	$\bar{I}_j^2 B_{Ij}$	h_{Ij}	$f(I)$
1	0-20	10	26	0,174	1,74	17,4	0,009	0,0000
2	20-40	30	40	0,268	8,04	241,2	0,013	0,0108
3	40-60	50	20	0,134	6,70	335,0	0,007	0,0114
4	60-80	70	17	0,114	7,98	558,6	0,006	0,0090
5	80-100	90	14	0,094	8,46	761,4	0,005	0,0063
6	100-120	110	12	0,081	8,91	980,1	0,004	0,0042
7	120-140	130	8	0,054	7,02	912,6	0,003	0,0026
8	140-160	150	4	0,027	4,05	607,5	0,001	0,0016
9	160 та >	170	8	0,054	9,18	1560,6	0,003	0,0010
Всего			149	1,00	62,08	5974,4		

Таблица А.2 – Параметры статистического ряда интервалов между поступлением вагонов на назначение 1

Математическое ожидание $M[I], \text{ мин}$	Интенсивность $\lambda, \text{ пост/мин}$	Дисперсия $D[I], \text{ мин}^2$	Среднеквадратическое отклонение $\sigma[I], \text{ мин}$	Коэффициент вариации $v[I]$
62,08	0,016	1562,943	39,53	0,74

Таблица А.3 – Статистический ряд интервалов между поступлением вагонов на назначение 2 ($N=133 \text{ ваг/сут}$)

№№ разрядов	Границы разрядов	Средина разряда, $\bar{I}_j, \text{ мин}$	Кол-во наблюдений в разряде, K_{Ij}	Частость, B_{Ij}	$\bar{I}_j B_{Ij}$	$\bar{I}_j^2 B_{Ij}$	h_{Ij}	$f(I)$
1	0-20	10	13	0,116	1,16	11,6	0,006	0,0000
2	20-40	30	19	0,170	5,10	153,0	0,009	0,0090
3	40-60	50	24	0,214	10,70	535,0	0,011	0,0102
4	60-80	70	15	0,134	9,38	656,6	0,007	0,0087
5	80-100	90	12	0,107	9,63	866,7	0,005	0,0066
6	100-120	110	10	0,089	9,79	1076,9	0,004	0,0048
7	120-140	130	7	0,063	8,19	1064,7	0,003	0,0033
8	140-160	150	6	0,054	8,10	1215,0	0,003	0,0022
9	160 та >	170	6	0,054	9,18	1560,6	0,003	0,0014
Всего			112	1,00	71,23	7140,1		

Таблица А.4 – Параметры статистического ряда интервалов между поступлением вагонов на назначение 2

Математическое ожидание $M[L]$, мин	Интенсивность λ , пост/мин	Дисперсия $D[L]$, мин ²	Среднеквадратическое отклонение $\sigma[L]$, мин	Коэффициент вариации $v[L]$
71,23	0,014	2066,387	45,46	0,64

Таблица А.5 – Статистический ряд интервалов между поступлением вагонов на назначение 3 ($N=200$ ваг/сут)

№№ разрядов	Границы разрядов	Средина разряда, \bar{I}_j , мин	Кол-во наблюдений в разряде, K_{Ij}	Частость, B_{Ij}	$\bar{I}_j B_{Ij}$	$\bar{I}_j^2 B_{Ij}$	h_{Ij}	$f(I)$
1	0-20	10	30	0,185	1,85	18,5	0,009	0,0000
2	20-40	30	45	0,278	8,34	250,2	0,014	0,0126
3	40-60	50	25	0,154	7,70	385,0	0,008	0,0123
4	60-80	70	28	0,173	12,11	847,7	0,009	0,0089
5	80-100	90	11	0,068	6,12	550,8	0,003	0,0058
6	100-120	110	9	0,056	6,16	677,6	0,003	0,0035
7	120-140	130	5	0,031	4,03	523,9	0,002	0,0020
8	140-160	150	4	0,025	3,75	562,5	0,001	0,0011
9	160 та >	170	5	0,031	5,27	895,9	0,002	0,0006
Всего			162	1,00	55,33	4712,1		

Таблица А.6 – Параметры статистического ряда интервалов между поступлением вагонов на назначение 3

Математическое ожидание $M[L]$, мин	Интенсивность λ , пост/мин	Дисперсия $D[L]$, мин ²	Среднеквадратическое отклонение $\sigma[L]$, мин	Коэффициент вариации $v[L]$
55,33	0,018	1650,691	40,63	0,73

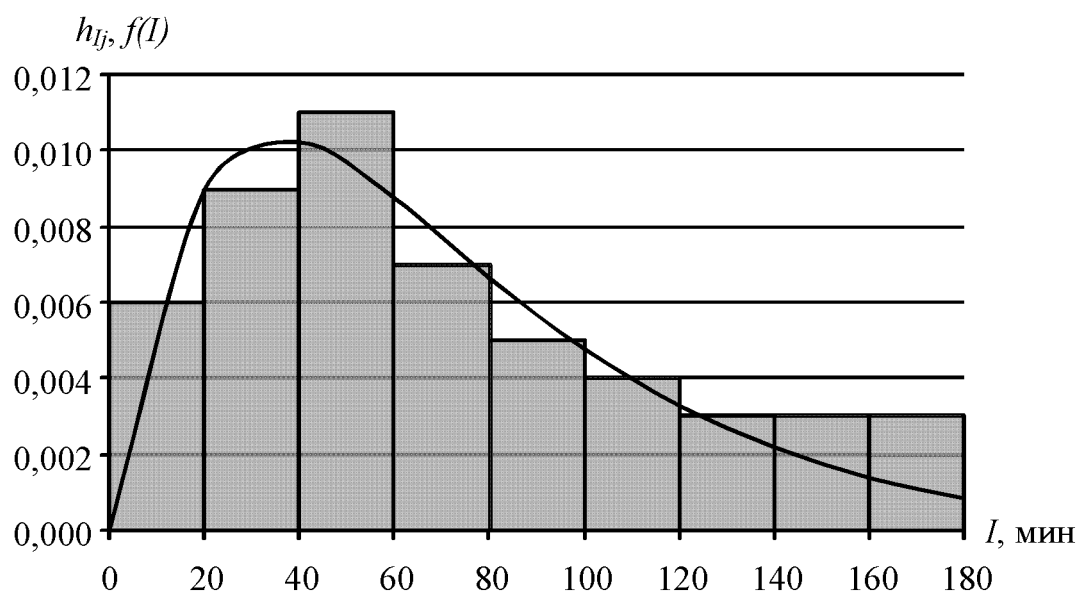


Рисунок А.1 – Гистограмма и теоретическая кривая функции распределения интервалов поступления вагонов на назначение 2

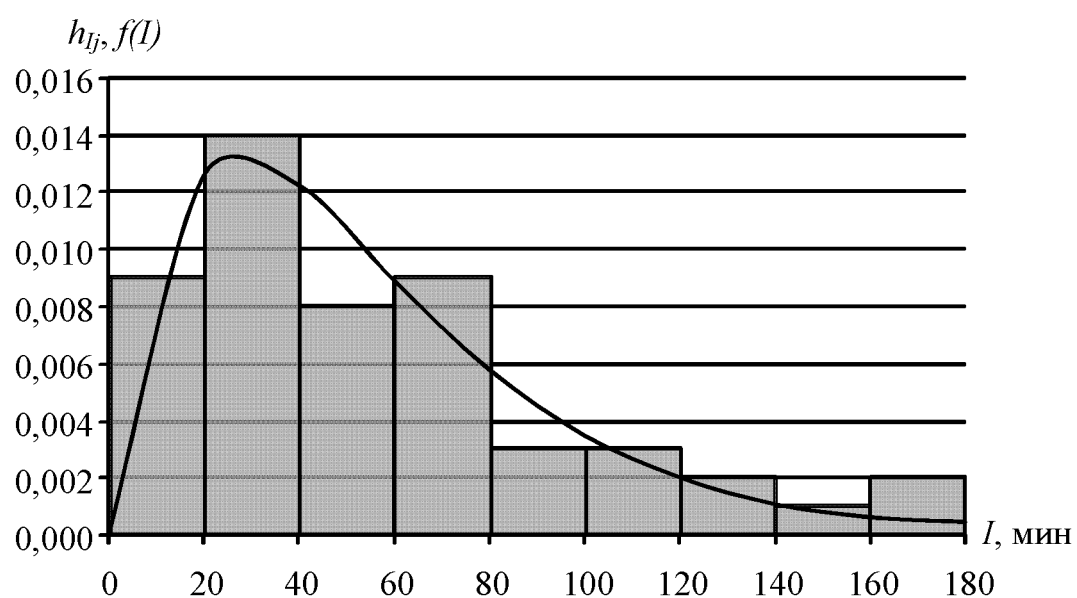


Рисунок А.2 – Гистограмма и теоретическая кривая функции распределения интервалов поступления вагонов на назначение 3

Таблица А.7 – Определение величины χ^2 для распределения интервалов поступления вагонов на назначение 1

№№ разрядов	Значение I на границах разрядов, <i>мин</i>	$2 \cdot \lambda \cdot I$	$e^{-2 \cdot \lambda \cdot I}$	$F(I)$	P_{lj}	B_{lj}	$B_{lj} - P_{lj}$	$(B_{lj} - P_{lj})^2$	$\frac{(B_{lj} - P_{lj})^2}{P_{lj}}$
1	0	0	1,000	0	0,136	0,174	0,038	0,001444	0,01062
	20	0,64	0,527	0,136					
2	40	1,28	0,278	0,366	0,230	0,268	0,038	0,001444	0,00628
3	60	1,92	0,147	0,571	0,205	0,134	-0,071	0,005041	0,02459
4	80	2,56	0,077	0,726	0,155	0,114	-0,041	0,001681	0,01085
5	100	3,20	0,041	0,828	0,102	0,094	-0,008	0,000064	0,00063
6	120	3,84	0,021	0,898	0,070	0,081	0,011	0,000121	0,00173
7	140	4,48	0,011	0,940	0,042	0,054	0,012	0,000144	0,00343
8	160	5,12	0,006	0,963	0,023	0,027	0,004	0,000016	0,00070
9					0,037	0,054	0,017	0,000289	0,00781
		—	—	1				Всего	0,06662

$$\chi^2 = 149 \cdot 0,06662 = 9,927$$

Таблица А.8 – Определение величины χ^2 для распределения интервалов поступления вагонов на назначение 2

№№ разрядов	Значение I на границах разрядов, <i>мин</i>	$2 \cdot \lambda \cdot I$	$e^{-2 \cdot \lambda \cdot I}$	$F(I)$	P_{Ij}	B_{Ij}	$B_{Ij} - P_{Ij}$	$(B_{Ij} - P_{Ij})^2$	$\frac{(B_{Ij} - P_{Ij})^2}{P_{Ij}}$
1	0	0	1,000	0	0,109	0,116	0,007	0,000049	0,00045
	20	0,56	0,571	0,109					
2	40	1,12	0,326	0,309	0,200	0,170	-0,030	0,000900	0,00450
3	60	1,68	0,186	0,502	0,193	0,214	0,021	0,000441	0,00228
4	80	2,24	0,106	0,657	0,155	0,134	-0,021	0,000441	0,00285
5	100	2,80	0,061	0,768	0,111	0,107	-0,004	0,000016	0,00014
6	120	3,36	0,035	0,847	0,079	0,089	0,010	0,000100	0,00127
7	140	3,92	0,020	0,902	0,055	0,063	0,008	0,000064	0,00116
8	160	4,48	0,011	0,940	0,038	0,054	0,016	0,000256	0,00674
9					0,060	0,054	-0,006	0,000036	0,00060
		—	—	1				Всего	0,01999

$$\chi^2 = 112 \cdot 0,01999 = 2,239$$

Таблица А.9 – Определение величины χ^2 для распределения интервалов поступления вагонов на назначение 3

№№ разрядов	Значение I на границах разрядов, <i>мин</i>	$2 \cdot \lambda \cdot I$	$e^{-2 \cdot \lambda \cdot I}$	$F(I)$	P_{Ij}	B_{Ij}	$B_{Ij} - P_{Ij}$	$(B_{Ij} - P_{Ij})^2$	$\frac{(B_{Ij} - P_{Ij})^2}{P_{Ij}}$
1	0	0	1,000	0	0,162	0,185	0,023	0,000529	0,00327
	20	0,72	0,487	0,162					
2	40	1,44	0,237	0,422	0,260	0,278	0,018	0,000324	0,00125
3	60	2,16	0,115	0,637	0,215	0,154	-0,061	0,003721	0,01731
4	80	2,88	0,056	0,783	0,146	0,173	0,027	0,000729	0,00499
5	100	3,60	0,027	0,876	0,093	0,068	-0,025	0,000625	0,00672
6	120	4,32	0,013	0,931	0,055	0,056	0,001	0,000001	0,00002
7	140	5,04	0,006	0,964	0,033	0,031	-0,002	0,000004	0,00012
8	160	5,76	0,003	0,980	0,016	0,025	0,009	0,000081	0,00506
9					0,020	0,031	0,011	0,000121	0,00605
		—	—	1				Всего	0,04478

$$\chi^2 = 162 \cdot 0,04478 = 7,255$$

Таблица А.10 – Статистический ряд поступления вагонов из отдельных составов на назначение 1

№№ разрядов	Границы разрядов	Средина разряда, \bar{n}_j , ваг	Количество наблюдений в разряде, K_{nj}	Частость, B_{nj}	$\bar{n}_j B_{nj}$	$\bar{n}_j^2 B_{nj}$	h_{nj}	$f(n)$
1	0-6	3	101	0,678	2,03	6,1	0,113	0,1530
2	6-12	9	26	0,174	1,57	14,1	0,029	0,0611
3	12-18	15	12	0,081	1,22	18,3	0,014	0,0244
4	18-24	21	4	0,027	0,57	12,0	0,005	0,0097
5	24-30	27	4	0,027	0,73	19,7	0,005	0,0039
6	30-36	33	2	0,013	0,43	14,2	0,002	0,0016
7	36-42	39	0	0,000	0,00	0,0	0,000	0,0006
8	42 та >	45	0	0,000	0,00	0,0	0,000	0,0002
Всего			149	1,00	6,55	84,4		

Таблица А.11 – Параметры статистического ряда поступления вагонов из отдельных составов на назначение 1

Математическое ожидание $M[n]$, ваг	Интенсивность λ , ваг/мин	Дисперсия $D[n]$, ваг ²	Среднеквадратичное отклонение $\sigma[n]$, ваг	Коэффициент вариации $v[n]$
6,55	0,153	41,498	6,44	0,98

Таблица А.12 – Статистический ряд поступления вагонов из отдельных составов на назначение 2

№№ разрядов	Границы разрядов	Средина разряда, \bar{n}_j , ваг	Количество наблюдений в разряде, K_{nj}	Частость, B_{nj}	$\bar{n}_j B_{nj}$	$\bar{n}_j^2 B_{nj}$	h_{nj}	$f(n)$
1	0-6	3	63	0,558	1,67	5,0	0,093	0,1040
2	6-12	9	18	0,159	1,43	12,9	0,027	0,0557
3	12-18	15	13	0,115	1,73	26,0	0,019	0,0299
4	18-24	21	7	0,062	1,30	27,3	0,010	0,0160
5	24-30	27	5	0,044	1,19	32,1	0,007	0,0086
6	30-36	33	4	0,035	1,16	38,3	0,006	0,0046
7	36-42	39	2	0,018	0,70	27,3	0,003	0,0025
8	42 та >	45	1	0,009	0,41	18,5	0,002	0,0013
Всего			113	1,00	9,59	187,3		

Таблица А.13 – Параметры статистического ряда поступления вагонов из отдельных составов на назначение 2

Математическое ожидание $M[n]$, ваг	Интенсивность λ , ваг/мин	Дисперсия $D[n]$, ваг ²	Среднеквадратичное отклонение $\sigma[n]$, ваг	Коэффициент вариации $v[n]$
9,59	0,104	95,332	9,76	1

Таблица А.14 – Статистический ряд поступления вагонов из отдельных составов на назначение 3

№№ разрядов	Границы разрядов	Средина разряда, \bar{n}_j , ваг	Количество наблюдений в разряде, K_{nj}	Частость, B_{nj}	$\bar{n}_j B_{nj}$	$\bar{n}_j^2 B_{nj}$	h_{nj}	$f(n)$
1	0-6	3	91	0,558	1,67	5,0	0,093	0,1150
2	6-12	9	34	0,209	1,88	16,9	0,035	0,0577
3	12-18	15	14	0,086	1,29	19,4	0,014	0,0289
4	18-24	21	13	0,080	1,68	35,3	0,013	0,0145
5	24-30	27	6	0,037	1,00	27,0	0,006	0,0073
6	30-36	33	2	0,012	0,40	13,2	0,002	0,0036
7	36-42	39	2	0,012	0,47	18,3	0,002	0,0018
8	42 та >	45	1	0,006	0,27	12,2	0,001	0,0009
Всего			163	1,00	8,66	147,2		

Таблица А.15 – Параметры статистического ряда поступления вагонов из отдельных составов на назначение 3

Математическое ожидание $M[n]$, ваг	Интенсивность λ , ваг/мин	Дисперсия $D[n]$, ваг ²	Среднеквадратичное отклонение $\sigma[n]$, ваг	Коэффициент вариации $v[n]$
8,66	0,115	72,204	8,50	0,98

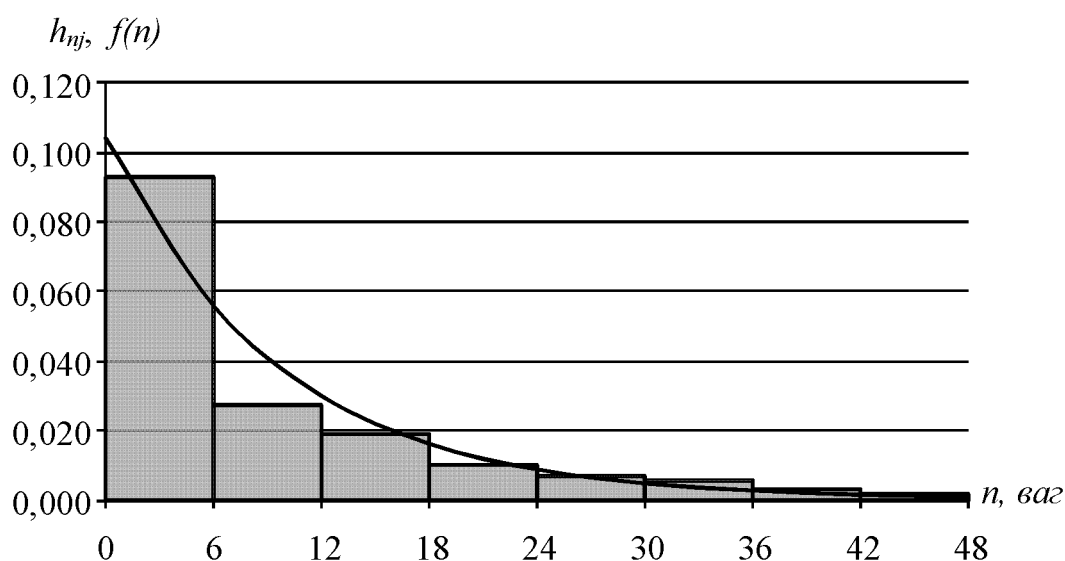


Рисунок А.3 – Гистограмма и теоретическая кривая функции распределения количества вагонов в одном поступлении на назначение 2

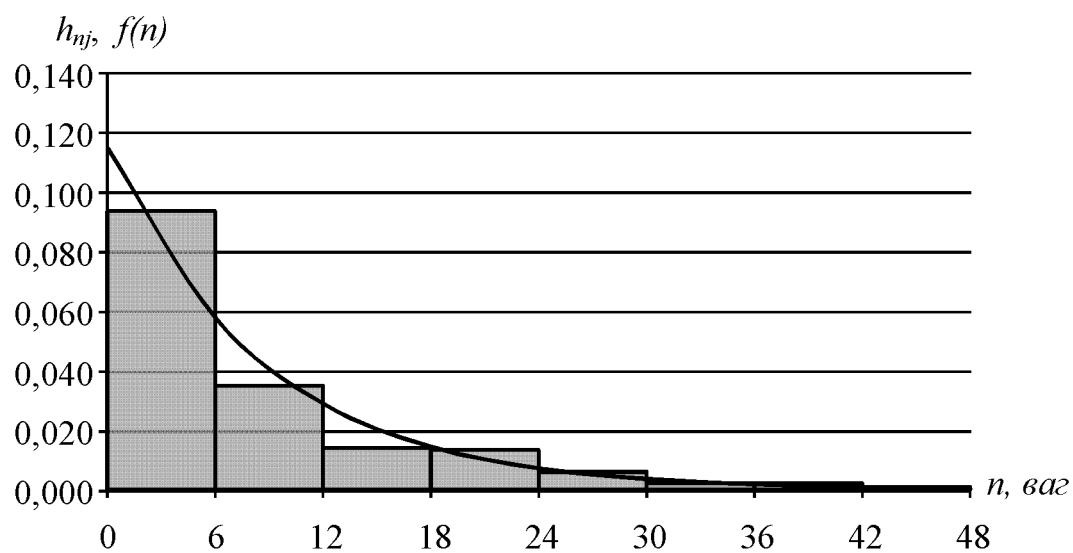


Рисунок А.4 – Гистограмма и теоретическая кривая функции распределения количества вагонов в одном поступлении на назначение 3

Таблица А.16 – Определение величины χ^2 для распределения количества вагонов в одном поступлении на назначение 1

№№ разрядов	Значение n на границах разрядов, <i>ваг</i>	$e^{-\lambda \cdot n}$	$F(n)$	P_{nj}	B_{nj}	$B_{nj} - P_{nj}$	$(B_{nj} - P_{nj})^2$	$\frac{(B_{nj} - P_{nj})^2}{P_{nj}}$
1	0	1,0000	0,0000	0,601	0,678	0,077	0,005975	0,00995
	6	0,3993	0,6007					
2	12	0,1595	0,8405	0,240	0,174	-0,066	0,004330	0,01806
3	18	0,0637	0,9363	0,096	0,081	-0,015	0,000219	0,00229
4	24	0,0254	0,9746	0,038	0,027	-0,011	0,000128	0,00334
5	30	0,0102	0,9898	0,015	0,027	0,012	0,000139	0,00914
6	36	0,0041	0,9959	0,006	0,013	0,007	0,000048	0,00787
7	42	0,0016	0,9984	0,002	0,000	-0,002	0,000006	0,00240
8				0,002	0,000	-0,002	0,000003	0,00187
		—	1	Всего				0,05492

$$\chi^2 = 149 \cdot 0,05492 = 8,183$$

Таблица А.17 – Определение величины χ^2 для распределения количества вагонов в одном поступлении на назначение 2

№№ разрядов	Значение n на границах разрядов, <i>ваг</i>	$e^{-\lambda \cdot n}$	$F(n)$	P_{nj}	B_{nj}	$B_{nj} - P_{nj}$	$(B_{nj} - P_{nj})^2$	$\frac{(B_{nj} - P_{nj})^2}{P_{nj}}$
1	0	1,0000	0,0000	0,464	0,558	0,094	0,008798	0,01895
	6	0,5358	0,4642					
2	12	0,2871	0,7129	0,249	0,159	-0,090	0,008046	0,03235
3	18	0,1538	0,8462	0,133	0,115	-0,018	0,000335	0,00251
4	24	0,0824	0,9176	0,071	0,062	-0,009	0,000088	0,00123
5	30	0,0442	0,9558	0,038	0,044	0,006	0,000034	0,00089
6	36	0,0237	0,9763	0,021	0,035	0,015	0,000210	0,01024
7	42	0,0127	0,9873	0,011	0,018	0,007	0,000049	0,00445
8				0,013	0,009	-0,004	0,000014	0,00110
		–	1				Всего	0,07174

$$\chi^2 = 113 \cdot 0,07174 = 8,107$$

Таблица А.18 – Определение величины χ^2 для распределения количества вагонов в одном поступлении на назначение 3

№№ разрядов	Значение n на границах разрядов, <i>ваг</i>	$e^{-\lambda \cdot n}$	$F(n)$	P_{nj}	B_{nj}	$B_{nj} - P_{nj}$	$(B_{nj} - P_{nj})^2$	$\frac{(B_{nj} - P_{nj})^2}{P_{nj}}$
1	0	1,0000	0,0000	0,498	0,558	0,060	0,003552	0,00713
	6	0,5016	0,4984					
2	12	0,2516	0,7484	0,250	0,209	-0,041	0,001681	0,00672
3	18	0,1262	0,8738	0,125	0,086	-0,039	0,001552	0,01238
4	24	0,0633	0,9367	0,063	0,080	0,017	0,000292	0,00464
5	30	0,0317	0,9683	0,032	0,037	0,005	0,000029	0,00092
6	36	0,0159	0,9841	0,016	0,012	-0,004	0,000014	0,00089
7	42	0,0080	0,9920	0,008	0,012	0,004	0,000017	0,00215
8				0,008	0,006	-0,002	0,000004	0,00050
		–	1				Всего	0,03533

$$\chi^2 = 163 \cdot 0,03533 = 5,758$$

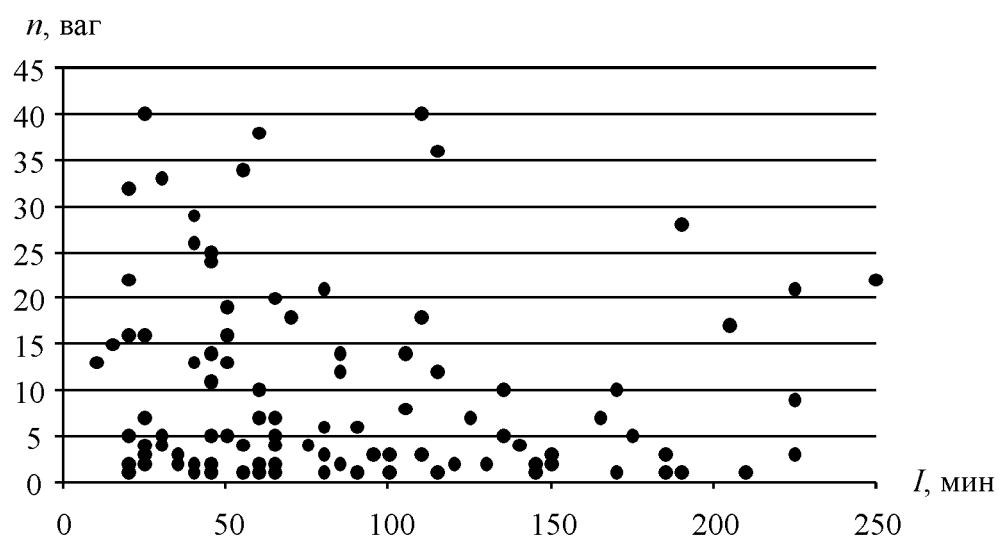


Рисунок А.5 – Корреляционное поле поступления вагонов на назначение 2

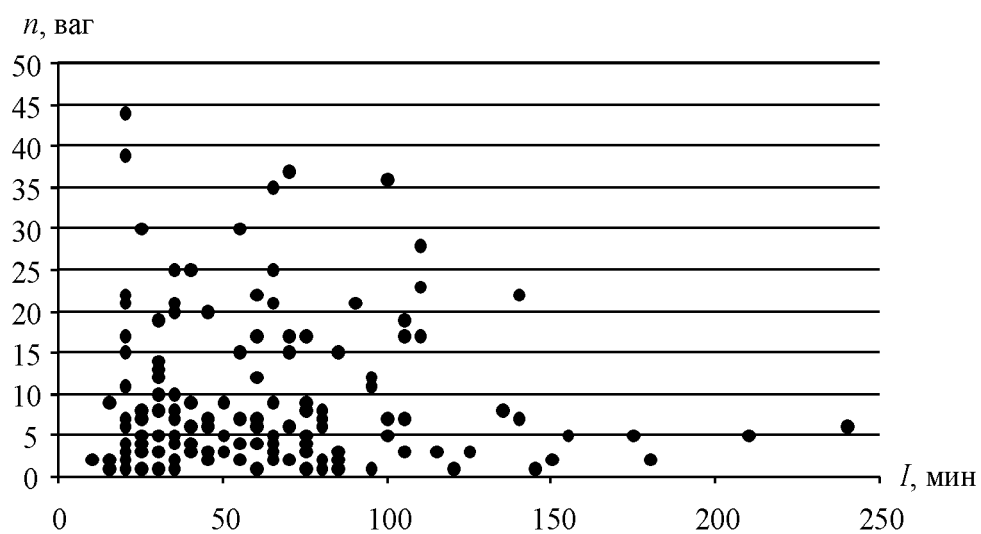


Рисунок А.6 – Корреляционное поле поступления вагонов на назначение 3

Таблица А.19 – Связь между величиной интервала поступления вагонов и количеством вагонов в одном поступлении на назначение 1

$I_j \backslash n_j$	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	
10	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
25	16	9	3	4	2	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	38
40	11	5	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	22
55	6	4	2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	15
70	6	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
85	5	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
100	5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
115	5	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
130	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
145	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
160	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
175	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
190	8	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
	71	30	13	14	9	2	3	1	0	4	0	2	0	0	0	149

Таблица А.20 – Связь между величиной интервала поступления вагонов и количеством вагонов в одном поступлении на назначение 2

$I_j \backslash n_j$	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	
10	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	6	6	2	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	19
40	7	1	0	1	2	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	15
55	6	2	3	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	17
70	4	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
85	6	4	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14
100	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
115	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	8
130	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
145	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
160	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
175	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
190	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
	48	20	10	7	7	5	4	1	2	2	1	2	1	1	1	112

Таблица А.21 – Связь между величиной интервала поступления вагонов и количеством вагонов в одном поступлении на назначение 3

$I_j \backslash n_j$	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	
10	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
25	18	8	7	3	5	2	2	1	1	1	0	0	1	0	1	50
40	9	7	4	1	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	26
55	5	5	3	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	18
70	7	7	3	0	1	2	1	0	1	0	0	1	1	0	0	24
85	5	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
100	2	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	10
115	2	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5
130	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
145	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
160	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
175	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
190	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	56	34	26	7	8	7	8	4	4	3	0	2	2	0	1	162

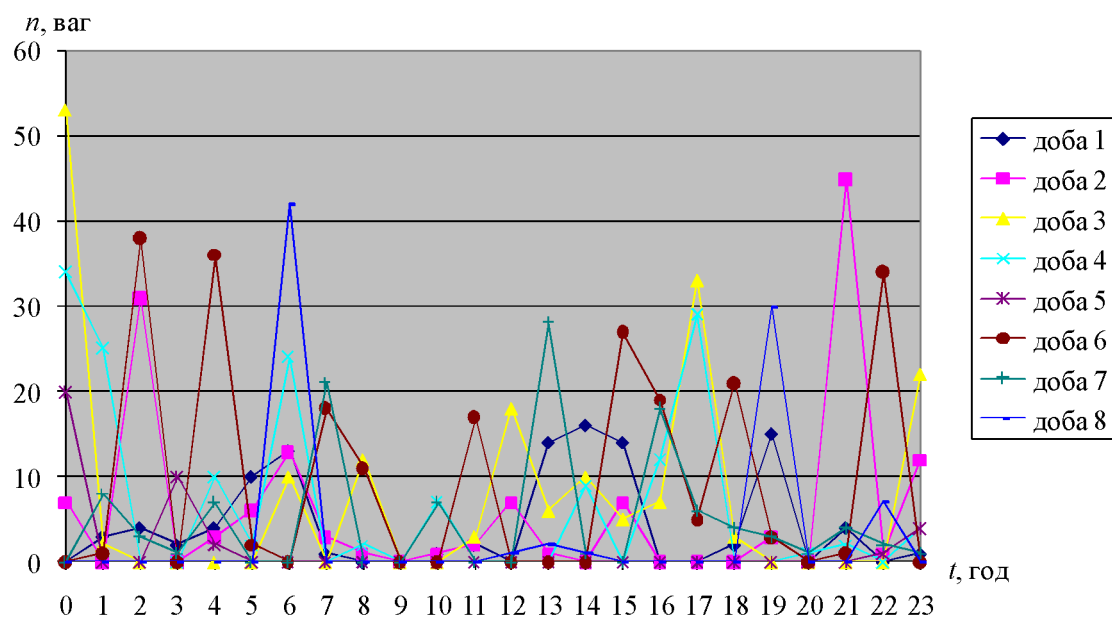


Рисунок А.7 – Почасовое поступление вагонов на назначение 2

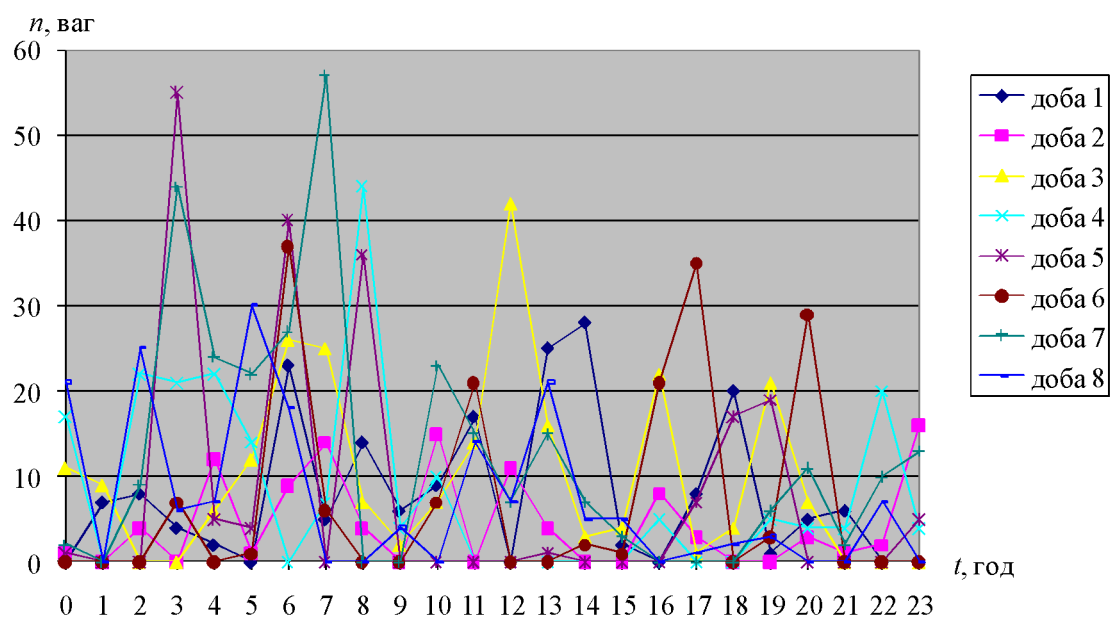


Рисунок А.8 – Почасовое поступление вагонов на назначение 3

АННОТАЦИЯ

Железнодорожный транспорт Украины является одним из основных перевозчиков экспортных грузов. Перевозка грузов в контейнерах есть одним из самых важных сегментов глобального транспортного рынка. В Украине существует огромный потенциал для развития контейнерных перевозок. В условиях обострения конкурентной борьбы основное внимание должно уделяться усовершенствованию технологии контейнерных перевозок.

Для сокращения сроков доставки грузов за счет рационального использования инфраструктуры железнодорожного транспорта и подвижного состава, а также для совершенствования технологии перевозок активно проводятся мероприятия по внедрению системы движения грузовых поездов по твердым ниткам графика.

В дипломной работе выполнен анализ состояния экспорта грузов из Украины, состояние и проблемы развития контейнерных перевозок на сети железных дорог Украины. Для усовершенствования технологии работы технических станций с целью применения технологии отправления контейнерных поездов по твердым ниткам графика движения поездов было проведено исследование процесса накопления составов. Также были разработаны предложения по повышению эффективности железнодорожных контейнерных перевозок.

Ключевые слова: экспорт грузов, контейнер, вагонопоток, контейнерный поезд, технология работы, техническая станция, твердая нитка графика.

SUMMARY

Railway transport of Ukraine is one of the main carriers of goods export. The transportation of goods in containers is one of the most important segments of the global transport market. There is a huge potential in Ukraine for the development of container transportation. In the conditions of increasing competition should focus on improving container transportation technology.

To reduce the delivery time of goods due to the rational use of the infrastructure of railway transport and rolling-stock, as well as to improve the transportation technology, measures are being actively carried out to introduce a system for the movement of freight trains along fixed lines of the schedule.

In the thesis, the analysis of the state of export of goods from Ukraine, the state and problems of the development of container traffic on the railway network of Ukraine was carried out. To improve the technology of operation of technical stations in order to apply the technology of sending container trains along fixed lines of the train schedule, a study of the process of accumulating trains was carried out. Proposals to improve the efficiency of railway container transportation have been developed.

Keywords: export of goods, container wagonflows, container train, work technology, technical station, solid thread schedule.