

оценено с использованием различных статистических методов, таких как линейная регрессия или обобщенные линейные модели.

Таким образом, эконометрическое моделирование предоставляет набор инструментов и методов, которые могут быть использованы для изучения экономических явлений и составления экономических прогнозов. Это мощный метод анализа, который может помочь менеджерам и лицам, принимающим решения, принимать их более обоснованно на основе экономических данных. Три основных метода эконометрического моделирования – регрессионный анализ, анализ временных рядов и анализ панельных данных – каждый из них имеет свои уникальные преимущества и ограничения. Важно понимать различия и соответствующие варианты использования каждого метода, чтобы провести максимально точный и достоверный анализ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Вербик, М.** Путеводитель по современной эконометрике / М. Вербик. – М. : Научная книга, 2016. – 616 с.

2 **Меерсон, А. Ю.** Учеб. пособие по дисциплине «Эконометрика и моделирование в менеджменте» / А. Ю. Меерсон, Е. И. Смирнова. – М. : ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2019. – С. 45.

3 **Вахрушева, Н. В.** К вопросу выбора эконометрического метода исследования экономических процессов / Н. В. Вахрушева, А. А. Маркушина // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 56-4. – С. 67–70.

4 Эконометрические методы в современной экономике / Н. С. Зубко [и др.] // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet». – 2020. – № 9. – С. 682–683.

5 Регрессионный анализ: Определение, типы, примеры, преимущества и многое другое [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://hr-portal.ru>. – Дата доступа : 23.05.2023.

Получено 23.05.2023

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 28. Гомель, 2023

УДК 656.225:004.896

В. В. ВДОВЕНКО (УД-31)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. Г. КУЗНЕЦОВ*

ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО ВИРТУАЛЬНОГО ГРУЗОВОГО ПОЕЗДА

Представлено интеллектуальное технологическое решение по созданию достаточного информационного обеспечения в виде цифрового виртуального грузового поезда для моделирования поездной работы в реальном масштабе времени и с

учетом геолокации всех грузовых поездов на железнодорожном полигоне, повышению достоверности получаемых выходных решений для планирования поездной работы.

Информационное обеспечение перевозочного процесса включает систему сбора, обработки и представления данных, обеспечивающих полную и достоверную информацию для управления перемещением грузов и пассажиров в поездах [1].

Основной транспортной единицей при перемещении вагонопотока на железнодорожной сети является грузовой поезд [2], который объединяет состав вагонов и локомотив и в информационном плане интегрирует большую совокупность данных о грузах, вагонах, тяговом подвижном составе, собственниках, месте нахождения в транспортной сети и состоянии в транспортном процессе [3].

Цифровой виртуальный грузовой поезд (ЦВГП) является интегрированным транспортным объектом (объединяет информацию о грузах, вагонах и локомотивах, объединенных в один объект) интеллектуальной технологической системы автоматизированного управления перемещением грузов и транспортных средств в рамках таких систем как ИАС ПУР ГП (АСОУПЗ) и т. п.

Развитие электронных баз данных о перевозочном процессе, расширение применения электронных перевозочных документов в рамках системы «Электронная перевозка» позволяет создать интегрированный информационный продукт в виде ЦВГП, который будет доступен для установленной протоколом единой технологии перевозочного процесса (ЕТПП) среды потребителей и создаст возможность использования актуальных данных ЦВГП для решения их задач, конвертации данных ЦВГП в локальные информационные системы потребителей и решения собственных локальных транспортных задач [4].

Информационная модель грузового поезда в виде ЦВГП на основе электронного натурального листа (ЭНЛ-ТГНЛ), представляющего собой электронный документ, формируется в АСУС на основе данных о вагонах и грузах, следующих в расформирование на станцию формирования, грузовых операций на станциях [5]. Жизненный цикл ЦВГП определяется станцией формирования и расформирования грузового поезда, установленного в плане формирования (ПФ) (рисунок 1).

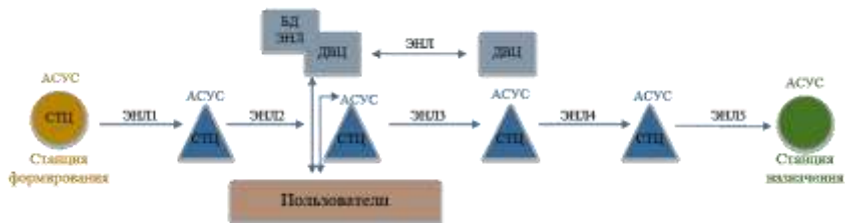


Рисунок 1 – Схема формирования и обработки данных ЦВГП в железнодорожной сети

Развитие ЦВГП основывается на автоматизированной системе ИАС ПУР ГП, которая позволяет поддерживать в реальном масштабе времени информационную модель перевозочного процесса, контролировать текущее состояние эксплуатационной работы полигона, движение поездов в железнодорожной сети, формировать множество выходных решений для оперативных работников.

Концепция использования ЦВГП основывается на информационной базе ИАС ПУР ГП и ее модели перевозочного процесса (МПП), которая имеет следующую структуру, необходимую для ЦВГП:

- 1) поездная модель;
- 2) локомотивная модель;
- 3) модель отправок;
- 4) вагонная модель.

Поездная модель дороги (ПМД). Поездная модель является важнейшей составляющей моделью перевозочного процесса и представляет собой совокупность массивов, отражающих информацию о составах поездов и операциях с ними на станциях.

Информация о составах поездов, вносимая в ПМД, покрывает данные для организации движения поезда на маршруте следования по ПФ. Данные ПМД позволяют сформировать ЦВГП для работников всех уровней управления. Организационная модель позволяет отражать все операции с поездами, совершенными на всех станциях: от станции формирования до станции расформирования. ПМД изменяется в реальном времени по мере поступления информации о составах поездов и операциях с ними.

Предлагается следующий идентификатор поездной модели, который отражает параметры ЦВГП исходя из задач формирования и пропуска поезда. В ПМД по каждому поезду должны отражать:

$$I^{\text{ПМД}} = \left\{ \left(P_{pq}, Q, m, \vartheta_T, \dots \right); \left(T_{\phi}, T_{\text{обр.о}}, T_{\text{пр.л}}, T_{\text{отпр}}, \dots \right); \left\{ T_s \right\}, \dots, \left(T_{\text{приб}}, T_{\text{обр.п}} \right) \right\},$$

где P_{pq} – станция формирования и назначения; Q – вес поезда; m – длина вагона; ϑ_T – ограничение скорости по грузу или по вагону; T_{ϕ} – время формирования поезда; $T_{\text{обр.о}}$ – время обработки поезда по отправлению; $T_{\text{пр.л}}$ – время прицепки поездного локомотива; $T_{\text{отпр}}$ – время отправления; $\{T_s\}$ – совокупность операций проследования поездом станций; $T_{\text{приб}}$ – время прибытия на станцию расформирования; $T_{\text{обр.п}}$ – время обработки состава по прибытию и др.

Данные о составе поезда включают как текущие сведения, так и всю историю изменения состава поезда в пути следования.

Отправочная модель дороги (ОМД). Модель отправок – это информация о вагоне с грузом. Модель отправок позволяет через ЦВГП отслеживать пользователям (по установленному протоколу с использованием блокчейн-технологий) перемещение и состояния груза в железнодорожной сети.

Информация о погруженных, занятых, выгруженных и освобожденных вагонах позволит осуществить:

- оперативный контроль грузовой работы в пределах дороги, станций и важнейших клиентов (погрузку по родам грузов в вагонах и тоннах, погрузку, выгрузку, занятие и освобождение вагонов);
- составление суточных и месячных отчетов и справок о грузовой работе;
- решение коммерческих задач (информирование грузополучателей и пунктов перевалки о подходе грузов, вагонов и т. д.);
- учет изменения состояния вагонного парка, необходимый для учета вагонных парков;
- автоматизированное составление натурального листа и формирование массивов динамической модели перевозочного процесса.

Основой формирования базы данных ОМД является АС «Электронная перевозка», с помощью которой грузоотправители подают заявку на перевозку. В автоматизированной системе САПОД формируется в электронном виде необходимая информация о грузах в виде товаротранспортных и товаросопроводительных документов. Данная информация транслируется в ИАС ПУР ГП, что позволяет сформировать электронный натуральный лист (ЭНЛ), который содержит необходимую информацию о грузах и является основой ЦВГП.

Предлагается следующий идентификатор ОМД, который включает необходимые для ЦВГП параметры, отражаемый этой моделью:

$$I^{\text{МОД}} = \left\{ \left(\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_{pq}; \dots \{ \Gamma \} \right); \left(T_1^\Gamma, T_2^\Gamma, T_3^\Gamma, \dots \right) \right\},$$

где Γ_1 – род груза в соответствии с номенклатурой; Γ_2 – объем перевозимого груза; Γ_3 – особенности груза (скважистость, абразивность, негабаритность, опасность и др.); Γ_{pq} – станция погрузки и выгрузки; $\{ \Gamma \}$ – совокупность других параметров; T_1^Γ – подача заявки на перевозку; T_2^Γ – предъявление груза к перевозке; T_3^Γ – хранение на складе, погрузка груза в вагон.

Важная часть информации для ЦВГП о перемещении груза в вагоне будет поступать из вагонной модели. *Вагонная модель дороги (ВМД)* является одной из составляющих МПП, зарождается в рамках общего банка данных АС САПОД и представляет собой подсистемы данных, отражающих информацию о каждом вагоне и имеющий основной ключ доступа – инвентарный номер вагона.

Модель состоит из следующих данных:

- технические характеристики вагона: тип, грузоподъемность, количество осей, автосцепка, т. е. формируется информация о любом вагоне, находящемся на железной дороге;

– история операций с вагонами; в пути следования и на станциях с вагоном происходят кодируемые операции, которые фиксируются в системе: прибытие, отправление, формирование, расформирование, следование по участку сети, отправка в ремонт и др.

Предлагается следующий идентификатор ВМД, который включает необходимые для ЦВГП параметры, отражаемый в модели:

$$I^{\text{ВМД}} = \left\{ (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, \dots); (T_{\text{п}}, T_{\text{в}}, T_{\text{р}}, \dots) \right\},$$

где V_1 – тип вагона; V_2 – грузоподъемность; V_3 – ограничение скорости; V_4 – объем кузова; V_5 – категория годности; $T_{\text{п}}$ – операция погрузки; $T_{\text{в}}$ – операция выгрузки; $T_{\text{р}}$ – техническое обслуживание (текущий, деповской); и др.

На путях накопления станции установлено множество назначений плана формирования (ПФ). На каждом из них осуществляется накопление вагонов по параметрам ПФ, установленного на железной дороге. Из вагонной модели идентифицируются данные на каждый вагон формируемого состава ЦВГП с новым набором характеристик: количество осей в составе, количество автосцепок, условная длина, масса и т. д. После того как состав сформировался, в модель ЦВГП включается локомотивная бригада и моделируется график отправления его со станции.

Локомотивная модель дороги (ЛМД) используется для решения задач управления локомотивным парком и содержит сведения:

- о продвигении локомотивов и изменении их состояний;
- об объединении и разъединении секций локомотивов;
- о наличии, состоянии и дислокации ТПС;
- об операциях с локомотивами внутри депо;
- об изменении контролируемого парка локомотивов и др.

Предлагается следующий идентификатор ЛМД, который включает необходимые параметры, отражаемые этой моделью:

$$I^{\text{ЛМД}} = \left\{ (L_{\text{т}}, L_{\text{с}}, L_{\text{м}}, L_{\text{г}}, L_{\text{сек}}, \dots); (T_{\text{вых}}, T_{\text{пр}}, T_{\text{о}}, \dots, \{T_{\text{с}}\}) \right\},$$

где $L_{\text{т}}$ – тип локомотива; $L_{\text{с}}$ – серия локомотива; $L_{\text{м}}$ – мощность; $L_{\text{г}}$ – ограничение скорости; $L_{\text{сек}}$ – секционность; $T_{\text{вых}}$ – выход из депо; $T_{\text{пр}}$ – прицепка локомотива к составу; $T_{\text{о}}$ – отправление состава; $\{T_{\text{с}}\}$ – операции в пути из ПМД.

Поездная модель железнодорожной администрации (ЖДА) формируется на основе ЭНЛ-ТГНЛ, которая образуется на станции формирования поездов каждой железной дороги, и должна быть сопряжена с данными взаимодействующих железных дорог.

Параметры ЦВГП: $I^{\text{ЦВГП}} = (\{m\}); \{Q\}; \{P_n\}; \{P_q\}; \{T_p, T_q\} \dots$.

Модель ЦВГП должна обеспечить передачу данных из одной системы в другую (рисунок 2).

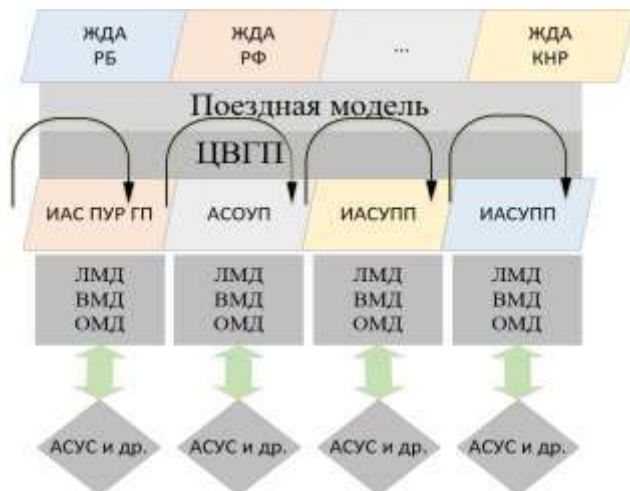


Рисунок 2 – Циркуляция информации ЦВГП через модели и системы

Цифровой виртуальный грузовой поезд является важным информационным элементом поездной модели, который позволяет решать комплекс задач по автоматизации оперативного управления как на дорожном (в рамках ЦУП), так и на отделенческом (в рамках ЦУМР) и станционном уровнях.

Для создания модели ЦВГП имеются предпосылки: переход на электронные перевозки, наличие средств первичного ввода всех необходимых данных для функционирования модели ЦВГП (САПОД, АС Месплан, АС ССП и др.), наличие среды формирования геоинформационной базы данных (ИАСПУРГП, АСУС, АС Графист и другие), развитие интеллектуальных средств моделирования, наличие высокоскоростной среды передачи данных.

Предлагается создать модель ЦВГП на базе модели перевозочного процесса (МПП) и его подсистем (ПМД, ОМД, ВМД, ЛМД).

Основной средой внедрения являются процессы поездообразования на технических станциях и станциях зарождения вагонопотока с массовыми грузами, актуальный график движения поездов на железнодорожных участках.

Преимуществом новой модели ЦВГП является интеграция совокупности информации о грузах, вагонах, локомотивах в одной транзакции, которая учитывает динамическую локацию всех образованных в сети поездов и позволяет моделировать их образование, отправление, продвижение, прибытие с учетом их уникальных характеристик и во взаимосвязи с иными поездами на железнодорожном полигоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Ерофеев, А. А.** Интеллектуальные система управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте : [монография]. / А. А. Ерофеев. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 407 с.

2 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / П. С. Грунтов [и др.] ; под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 543 с.

3 Технология работы участковых и сортировочных станций (Теория и передовая практика) / И. Г. Тихомиров [и др.] ; под общ. ред. И. Г. Тихомирова. – М. : Транспорт, 1966. – 315 с.

4 СТП 15.249-2012 Типовой технологический процесс работы сортировочной и участковой станций Белорусской железной дороги. – Минск : Бел. ж. д., 2012. – 231 с.

5 Информационные технологии на железнодорожном транспорте : учеб.-метод. пособие : в 2 ч. Ч. 2 / А. А. Ерофеев, Е. А. Федоров. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 256 с.

6 **Вдовенко, В. В.** Информационное обеспечение формирования и пропуска грузового поезда в цифровой среде железной дороги / В. В. Вдовенко // Развитие логистики и управление цепями поставок : материалы II Междунар. науч.-практ. студ. конф., Минск, 25 нояб. 2022. – Минск, БНТУ, 2023.

Получено 05 06 2023

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 28. Гомель, 2023

УДК 621.354.3

В. С. ВЕГЕРА (ЭС-41)

Научные руководители: канд. техн. наук *В. Н. ФОМИЧЁВ*,
магистр, ст. преп. *С. В. КИСЕЛЁВА*

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ AWS ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Проанализирована возможность использования Amazon Web Services для снижения нагрузки на центры обработки данных БЖД, проведена оценка предлагаемых сервисов, их преимуществ и недостатков, а также определены риски использования облачных технологий с учетом текущей геополитической обстановки.

В последнее время активно набирают популярность облачные сервисы. На текущий момент в области предоставления облачных сервисов стоит выделить такие корпорации как Amazon, Microsoft, Google, которые суммарно занимают 64% от всех облачных услуг. Компания Amazon на первый