

железнодорожных станциях (вторая категория операций). Так, принимая транзитный поезд от железнодорожной администрации сопредельного государства, технологические каналы выполняют приемо-сдаточные операции с ним, после этих операций с поездом могут выполняться операции по изменению веса и (или) длины состава, смене локомотива и (или) локомотивной бригады. Перед сдачей транзитного поезда железнодорожной администрации сопредельного государства с ним могут выполняться операции по изменению веса и (или) длины состава, смене локомотива и (или) локомотивной бригады, после которых производятся приемо-сдаточные операции.

По прибытию на СПВ транзитного поезда с переработкой, следующего в международном сообщении, после выполнения приемо-сдаточных операций на приемо-отправочных путях, далее с поездом выполняются все те же операции, что и с поездом внутриреспубликанского сообщения (подготовка к расформированию, расформирование, накопление, окончание формирования и др.).

С международным поездом своего формирования до приемо-сдаточных операций в парке отправления выполняются такие же операции, что и с поездом внутриреспубликанского сообщения.

В зависимости от режима взаимодействия СПВ (I или II режим) со станциями железнодорожных администраций сопредельных государств изменяется количество технологических каналов и время, затрачиваемое на обслуживание поезда. Таким образом, можно сказать, что своевременное и качественное выполнение СПВ своих функций зависит также от структуры и взаимосвязи подсистем станции и технологических каналов обслуживания поездов в них. Все это влияет на организацию эксплуатационной работы СПВ.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Аксёничков Александр Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта, старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

УДК 656.224

## **ГРАВИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОРОДА И ПАССАЖИРСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

*Т. А. ВЛАСЮК*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

В 1848 г. бельгийский математик и социолог Кетле А. в труде «Социальная система и законы, ею управляющие» выявил наличие аналога гравитационной силы в общественных явлениях, которая в 1858 г. была представ-

лена американским экономистом и социологом Г.Ч. Кэри в формализованном виде с учетом пропорциональности части обществ, участвующих в рассматриваемом общественном явлении, и расстояния между ними [1–4, 14]. В контексте вышеизложенного могут быть рассмотрены гравитационные модели межтерриториальных взаимодействий городов в агломерации, позволяющие выявить закономерности их социально-экономических взаимосвязей. Заслуживает внимания гравитационная модель, основанная на взаимодействии пространственных объектов при анализе населения и хозяйственной деятельности. Согласно М. П. Власову и П. Д. Шимко, «в различных модификациях подобные модели используются при исследовании процессов урбанизации, размещения промышленности, экспортно-импортных взаимосвязей, миграции населения, а их общая черта заключается в том, что сила взаимодействия (интенсивность потоков) зависит от значимости (величины) объектов и расстояния между ними» [7].

В таблице 1 приведены основные гравитационные модели и их модификации, учитывающие расстояние между населенными пунктами и городами.

Таблица 1 – Ретроспектива построения гравитационных моделей межтерриториальных взаимодействий городов в агломерации

Гравитационная модель	Формализованный вид	Условные обозначения
Г. Ч. Кэри (1858 г.)	$F_{ij} = \frac{KT_iT_j}{d_{ij}^2}$	$F_{ij}$ – сила общественных явлений; $K$ – коэффициент пропорциональности; $T_i$ и $T_j$ – части обществ, участвующие в рассматриваемом общественном явлении; $d_{ij}$ – расстояние между двумя обществами или двумя частями обществ, участвующих в рассматриваемом общественном явлении
Рейли–Конверса (1938 г.)	$A_{ij} = \frac{KP_i}{d_{ij}^2}$	$A_{ij}$ – притяжение города $i$ в точке $j$ ; $K$ – постоянный коэффициент; $P_i$ – численность населения города $i$ ; $d_{ij}$ – расстояние до точки $j$
Теория гравитационных моделей Д. Стюарта (1948 г.)	$M_{ij} = \frac{KP_iP_j}{d_{ij}^2}$	$M_{ij}$ – показатель взаимодействия между районами $i$ и $j$ – демографическая сила; $K$ – коэффициент пропорциональности (количество поездов или других средств взаимодействия); $P_i$ и $P_j$ – численность населения районов $i$ и $j$ соответственно; $d_{ij}$ – расстояние между районами $i$ и $j$

## Окончание таблицы 1

Гравитационная модель	Формализованный вид	Условные обозначения
Введение У. Изардом понятия комплементарности в гравитационную модель (1960 г.)	$M_{ij} = \frac{P_i}{d_{ij}^2} f(Z_i),$	$f(Z_i)$ – некая функция от $Z_i$ – силы притяжения пункта назначения $i$ .
Вероятностная гравитационная модель У. Изарда (1966 г.)	$M_{ij} = G \frac{w_i (P_i)^\alpha w_j (P_j)^\beta}{d_{ij}^b},$	$P_i$ и $P_j$ – численности населения двух центров миграции (двух масс); $w_i$ и $w_j$ – веса этих масс, характеризующие те или иные их особенности (социально-экономические и др.); $d_{ij}$ – расстояние между массами; $\beta$ , $b$ , $\alpha$ и $G$ – коэффициенты модели
Современные модели торговых и миграционных потоков	$M = \frac{KN_1 N_2}{d^2},$	$M$ – показатель миграционных процессов; $K$ – коэффициент пропорциональности; $N_1$ и $N_2$ – численность мигрирующего и принимаемого миграцию населения; $d$ – расстояние между населенными, участвующими в миграционных процессах
Л. Л. Рыбаковский (2003 г.)	$K_{ij} = \frac{M_{ij}}{\sum_{i=1}^m M_{ij}} + \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} =$ $\frac{M_{ij} \sum_{i=1}^m S_i}{S_i \sum_{i=1}^m M_{ij}},$	$K_{ij}$ – коэффициент интенсивности межрайонных миграционных связей; $M_{ij}$ – число мигрантов, прибывших из $i$ -го района выхода в $j$ -й район вселения; $S_i$ – численность населения $i$ -го района выхода; $m$ – число всех районов выхода

Гравитационная модель Рейли – Конверса, разработанная в 1931 г. У. Рейли и в 1938 г. модифицированная Конверсом П., базируется на гипотезе, что величина (сила) взаимодействия пропорциональна произведению показателей значимости (например, количества или величины) объектов и обратно пропорциональна расстоянию между данными объектами [1–4, 15]. В данной модели, предназначенной для определения зон влияния города на сельскую местность как поставщика товаров (услуг) и апробированной на городах США, установлено, что чем выше численность населения города, тем он интенсивней «притягивает» население зоны тяготения города. Как отмечает в своих исследованиях Л. Э. Лимонов, численность населения заменялась торговым оборотом или размером торговой площади, а расстояние – показателями доступности (временем, затрачиваемым на поездку, стоимостью поездки или иными издержками передвижения). Согласно Л. Э. Лимонову, «с помощью гравитационной модели

У. Рейли можно определить степень экономического взаимодействия между двумя городами – количество передвижений маятниковой трудовой миграции» [5, 15].

В качестве классической модели оценки интенсивности взаимосвязей между районами принято выделять гравитационную модель Д. Стюарта, которая, предназначена для выявления социально-экономических и социальных взаимодействий между районами. Д. Стюарт установил, что «взаимодействие между совокупностями людей подчиняется законам, аналогичным закону гравитационного моделирования, а именно величина (сила) взаимодействия между населёнными пунктами пропорциональна произведению показателей численности населения и обратно пропорциональна квадрату расстояния между этими пунктами» [13]. При этом освоённость территорий можно характеризовать показателем демографического потенциала, имеющего высокую степень корреляции с развитием дорог, размещением розничной торговли, занятостью сельского населения в отраслях промышленности и т. д.

Помимо вышеизложенного следует отметить исследования академика А. А. Тюняева, который рассматривает возможность применения «закона всеобщего взаимодействия», при изучении взаимодействий систем сформированного на основе закона Организмики – «Коммуникативно всё» [10]. По мнению А. А. Тюняева, фундаментальные законы физики (закон Кулона, закон Ньютона) являются «естественными частными случаями взаимодействия вполне определённых систем» [10], что позволило автору выполнить анализ нескольких «частных вариантов» взаимодействия систем (например, модель гравитационной силы Г. Ч. Кери, закон гравитации розничной торговли У. Рейли, теорию гравитационных моделей Д. Стюарта и др.) и сделать следующие выводы:

- 1) во взаимодействии участвуют два организма;
- 2) параметром расчётов является параметр, определяющий существо взаимодействия;
- 3) расчёт каждого из взаимодействий идёт по одному аналогичному типу параметров;
- 4) сила взаимодействия между двумя организмами прямо пропорциональна произведению величин однотипных параметров и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними [10].

Большой вклад в изучение миграционных процессов внес Л. Л. Рыбаковский, которым для оценки миграционных взаимодействий предложено использовать коэффициент интенсивности миграционных связей, рассчитываемый для каждой пары поселений и позволяющий выявить степень их интенсивности [8].

В настоящее время А. Е. Чепиком предложено оценку внутрирегиональных взаимодействий проводить на основе «корреляционно-регрессионного анализа социально-экономических показателей развития муниципальных образований», что «позволит выявить связи, определить их характер, проанализировать основные тенденции и даст возможность построить прогноз внутрирегионального взаимодействия» [12]. Использование регрессионных методов анализа связано

с необходимостью получения практических выводов относительно степени зависимости определенных факторов в процессе анализа межтерриториальных взаимодействий. Однако согласно И. М. Прибытковой, «регрессионные модели могут давать невысокие значения коэффициентов множественной регрессии, что объясняется тем, что предположение о линейной зависимости результативного признака от факторных не соответствует действительности» [11]. Кроме того, существенные ограничения накладывает недостаточное количество статистических данных по ряду необходимых показателей, а также невозможность их сопоставления в территориальном разрезе. Поэтому необходимо дополнение регрессионного анализа методами экспертной оценки и социологическими исследованиями.

Таким образом, выполненный анализ показал, что при расчете простейшей гравитационной модели не учитывается ряд факторов, например, «фактор привлекательности населенного пункта для пассажиров», который может зависеть, например, от его расположения относительно других поселений [5–8]. Согласно исследованиям, проведенным А. Фотерингемом, поселение агломерации, наиболее привлекательное для посещения, может породить большие взаимодействия, чем изолированно расположенное поселение [16, 17]. Поэтому, согласно «моделям конкурирующих центров», при исследовании агломерационных взаимодействий в гравитационную модель целесообразно включить «индекс посещаемости поселения», позволяющий моделировать агломерационные эффекты в аспекте межпоселенческих взаимодействий [16, 17].

### Список литературы

- 1 Кетле, А. Социальная система и законы, ею управляющие / А. Кетле ; перевод с фран. Л. Н. Шаховского. – 2-е изд. – М. : Либроком, 2012. – 311 с.
- 2 Кэри, Г. Ч. Руководство к социальной науке / Г. Ч. Кэри ; пер. с англ. Л. Н. Шаховской. – СПб. : Издание кн. Шаховского, 1869. – 704 с.
- 3 Борисов, Е. Ф. Хрестоматия по экономической теории / Е. Ф. Борисов. – М. : Юристъ, 1997. – 520 с.
- 4 Баранский, Н. Н. Об экономико-географическом изучении городов / Н. Н. Баранский // Вопросы географии. – 1946. – № 3. – С. 19–62.
- 5 Лимонов Л. Э. Региональная экономика и пространственное развитие / Л. Э. Лимонов. – М. : Юрайт, 2015.
- 6 Бугроменко, В. Н. Транспорт в территориальных системах / В. Н. Бугроменко – М. : Наука, 1987. – 112 с.
- 7 Власов, М. П. Моделирование экономических процессов / М. П. Власов, П. Д. Шимко. – Ростов н/Д : Феникс, 2005. – 409 с.
- 8 Рыбаковский, Л. Л. Миграции населения. Три стадии миграционного процесса (Очерки теории и методов исследования) / Л. Л. Рыбаковский. – М., 2003. – 217 с.
- 9 Изард, У. Методы регионального анализа: введение в науку о регионах / У. Изард. – М. : Прогресс, 1966.
- 10 Тюняев, А. А. Закон «коммуникативно всё» как первый фактор обобщения взаимодействий различной природы / А. А. Тюняев // *Organizmica*. – 2009. – № 3–4 (19–20). – С. 2–7.

11 **Прибыткова, И. М.** Об использовании корреляционно-регрессионного анализа в перспективном планировании территориальной подвижности населения / И. М. Прибыткова // Организация и планирование отраслей народного хозяйства. – 1986. – № 83. – С. 103–114.

12 **Чепик, А. Е.** Исследование свойств экономического пространства региона с помощью статистических методов / А. Е. Чепик // Российское предпринимательство. – 2013. – № 24. – С. 127–132.

13 **Stewart, J. Q.** Demographic Gravitation: Evidence and Application / J. Q. Stewart // Sociometry, 1948. – № 1–2. – Pp. 31–58.

14 **Carey, H. C.** Principles of social science / H. C. Carey. – Vol. 1. – Philadelphia : J.B. Lippincott & co, 1858. – 474 p.

15 **Reilly, W. J.** The law of retail gravitation. / W. J. Reilly. – New York, 1931. – 75 p.

16 **Fotheringham, A. S.** A new set of spacial-interaction models: the theory of competing destinations / A. S. Fotheringham // Envir. & Plan. A. – 1983. – № 15. – P. 15–36.

17 **Fotheringham, A. S.** Modelling hierarchical destination choice / A. S. Fotheringham // Envir. & Plan. A. – 1986. – № 18. – P. 401–418.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Власюк Татьяна Аркадьевна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», декан факультета иностранных студентов, канд. техн. наук, доцент.

УДК 656.222.5(476)

## **СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ АКТУАЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПЕОЗДОВ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ**

*С. В. ГРИГОРЬЕВ*

*Конструкторско-технический центр ГО «Белорусская железная дорога», г. Минск*

Одной из наиболее важных задач для адекватного диспетчерского управления поездной работой и для управления поездо-, вагоно-, пассажиро-потоками на железнодорожных направлениях является формирование актуального графика движения поездов (ГДП). Развитие центра управления перевозками (ЦУП) на железной дороге предполагает увеличение уровня интеллектуализации оперативного управления поездной работой на участках инфраструктуры. К основным направлениям автоматизации поездной работы можно отнести внедрение микропроцессорных систем интервального регулирования движения поездов и информационной модели разработки актуального графика движения поездов, связанного с реальными процессами поездообразования на технических станциях железной дороги и передачи поездов по межгосударственным стыковым пунктам. Работы научной