

IV МЕХАНІЗАЦІЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА РОБОТИЗАЦІЯ

УДК 656.1

Канд. техн. наук Россолов О. В.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків

ОЦІНКА АТРИБУТІВ ВИБОРУ КАНАЛУ ДОСТАВКИ КІНЦЕВИМИ СПОЖИВАЧАМИ В РАМКАХ ЛОГІСТИКИ ОСТАННЬОЇ МИЛІ

Мета роботи. *Визначення латентного попиту на користування поштоматами кінцевими споживачами шляхом визначення детермінант вибору каналу доставки в рамках електронної комерції.*

Методи дослідження. *В дослідженні застосовано процедуру збору даних за методом заявлених переваг та методологію максимізації випадкової корисності при розробці моделей дискретного вибору. В якості альтернативних каналів доставки товарів кінцевим споживачам розглядалась адресна доставка та доставка на поштове відділення. На основі цього розроблено біноміальну логіт модель дискретного вибору каналу доставки товарів кінцевим споживачам. Методом максимізації функції максимальної правдоподібності отримано статистичні оцінки атрибутів вибору каналу доставки, які представлено соціально-демографічною, економічною та просторовою групами.*

Отримані результати. *Встановлено, що соціально-демографічні, економічні та просторові групи атрибутів відіграють важливу роль в детермінації поведінки кінцевих споживачів при виборі каналу доставки товарів, які було придбано в Інтернет магазинах. У якості статистично значимих атрибутів латентного попиту на користування поштоматами є розмір родини, місячний дохід однієї особи, тип зайнятості «повна зайнятість», «студент» та посада «менеджер чи керівник», «робітник середньої ланки», вартість доставки та піша доступність поштового відділення.*

Наукова новизна. *Вперше запропоновано для умов економіки, що розвивається, визначити детермінанти вибору каналу доставки на основі теорії максимізації випадкової корисності. Вперше встановлено вплив соціально-демографічних, економічних та просторових атрибутів на вибір каналу доставки товарів, що придбано в Інтернет магазинах, кінцевими споживачами.*

Практична цінність. *Встановлено атрибути вибору каналу доставки для товарів з групи електроніка, побутова електроніка, парфумерія, одяг, дитячі товари та взуття, які можна використовувати для прогнозу матеріального потоку в рамках логістики останньої милі.*

Ключові слова: *канал доставки, логістика останньої милі, кінцевий споживач, ймовірність вибору.*

Вступ

Розвиток електронної комерції за останні роки в країнах з розвинутою економікою призвів до змін в логістичних зв'язках між постачальниками та кінцевими споживачами. Адресна доставка розглядається кінцевими споживачами як більш переважний варіант, яка в свою чергу, викликає додатковий негативний вплив на дорожній рух [1], забруднення навколишнього середовища [2, 3] і споживання енергії [4]. Крім того, розгортання електронної комерції гарантує збільшення транспортних збитків, якщо частка варіантів адресної доставки залишиться на поточному рівні. Поштомати можуть використовуватися в якості системи для зменшення негативних наслідків послуг адресної доставки [5, 6]. Запропонований елемент інфраструктури системи постачання частково усуває недоліки адресної доставки, в тому числі повторних поставок через зриви у доставці [7, 8]. Це дозволяє скоротити як загальний пробіг авто-

мобілів, так і кількість викидів вуглекислого газу [9–11]. Позитивний ефект для кінцевих споживачів полягає в гнучкості системи постачання, що спрощує отримання замовлень. Крім того, поштомати дозволяють уникнути використання опції з доставки в поштове відділення, що, як правило, викликає додаткові часові витрати. В порівнянні з поштовими відділеннями або пунктами видачі поштомати не потребують залучення будь-яких людських ресурсів, які виступають якості оператора або працівника в пункті обслуговування [12].

Впровадження системи поштоматів передбачає визначення відношення кінцевих споживачів до можливості використання цієї опції. За таких обставин має бути гарантований попит на використання системи поштоматів, що призведе до відповідної щільності і дислокації точок збору [13–16]. Технологічна складова системи поштоматів повинна бути розроблена на основі поведінкових атрибутів потенційних користувачів пошто-

магів. Частота, розмір пакета і готовність використання є найбільш важливими атрибутами системи поштоматів. Відношення покупців необхідно вивчати відповідно до масштабу їх соціально-демографічних і економічних характеристик [17]. Оцінка потенційного попиту на послуги поштоматів може бути виконана за допомогою процесу моделювання нової системи [18] або на основі опитування користувачів в рамках існуючої системи пунктів видачі [19–20]. Імітаційне моделювання, що має перелік переваг, дозволяє лише виявити деякі можливі сценарії розгортання системи поштоматів. Дана опція дослідження поштоматів повинна бути зроблена після опитування користувачів поштоматів. В таких умовах виявлення потенційного попиту на системи поштоматів є першочерговим кроком для досягнення сталого стану доставки останньої милі [21].

Постановка задачі

Метою дослідження є визначення латентного попиту на користування поштоматами кінцевими споживачами шляхом визначення детермінант вибору каналу доставки в рамках електронної комерції. В даному разі об'єктом дослідження є процес вибору каналу доставки кінцевими споживачами. Предметом дослідження в цьому разі виступає вплив соціально-демографічних, економічних та просторових атрибутів на вибір каналу доставки.

Для досягнення мети дослідження необхідно виконати наступні завдання:

- формалізувати ймовірність дискретного вибору на основі випадкової функції корисності вибору;
- провести обстеження вибору видів каналів доставки за методом «заявлених переваг»;
- на основі результатів обстежень сформулювати функцію максимальної правдоподібності по усіх зафіксованих дискретних виборах каналів доставки;
- визначити детермінанти вибору каналу доставки.

Оскільки система доставки останньої милі, що розглядається, має два варіанти, ми пропонуємо оцінити ймовірність вибору каналу доставки на основі біноміальної логіт моделі [22–24]:

$$P_{qw} [i | x_{i,q}] = \frac{\exp(\mu \cdot V_{iqw})}{\sum_{j \in A} \exp(\mu \cdot V_{jqw})}, \quad (1)$$

де $P_{qw} [i | x_{i,q}]$ – ймовірність вибору i -го каналу доставки споживачем q в ситуації вибору w ; V_{iqw} – детерміністична компонента функції корисності при виборі i -го каналу доставки; A – низка альтернативних каналів доставки, а саме «Адресна доставка» та «Поштове відділення»; μ – параметр масштабу, який може бути нормалізований до одного для логіт моделі [23, 24]; $x_{i,q}$ – вектор атрибутів, що описують канал доставки i

та окремі соціально-демографічні характеристики споживача q .

Детерміністична компонента V_{iqw} функції корисності при виборі i -го каналу доставки споживачем q в ситуації вибору w запропонована у наступному вигляді:

$$V_{iqw} = ASC + \sum_{f=1 \dots F} \beta_f \cdot X_{qf}, \quad (2)$$

де ASC – це альтернативна специфічна константа; β_f – специфічний коефіцієнт, який описує вплив певного атрибуту на функцію корисності; X_{qf} – атрибут; F – кількість атрибутів.

Вибір альтернативного каналу доставки серед двох можливих, а саме адресній доставці та на поштове відділення, буде виконуватись кінцевим споживачем при виконанні умови:

$$V_{jq} \geq V_{iq}, \quad (3)$$

де V_{jq} – корисність вибору q -м кінцевим споживачем каналу доставки j ; V_{iq} – корисність вибору q -м кінцевим споживачем каналу доставки i .

З урахуванням (3) ймовірність вибору j -го каналу доставки можна формалізувати як:

$$p[j/q] = \frac{\exp(V_{jq})}{\exp(V_{jq}) + \exp(V_{iq})} = \frac{1}{1 + \exp(V_{iq} - V_{jq})}, \quad (4)$$

де $p[j/q]$ – ймовірність вибору q -м кінцевим споживачем каналу доставки j .

Огляд літератури

Тип обстеження і використовувані методи обробки даних є важливими елементами, що відображають поточний стан попиту. Так в [25] проведено опитування 2933 респондентів в кількох містах Польщі. Група респондентів оцінила рівень задоволення поточними послугами поштоматів в опитаних містах. Метод ранжування використовувався в якості методу дослідження для визначення позиції користувачів щодо поштоматів. Порівняння поштоматів зі службами кур'єрської і поштової доставки показало, що даний варіант є переважним для більшості респондентів з вибірки. Більш низька ціна і висока доступність поштоматів були вказані як найбільш вагомні фактори використання поштоматів в порівнянні з поштовим відділенням та адресною доставкою. Магазины та торгові центри були визначені респондентами як найбільш бажані місця для розміщення автоматичних поштоматів.

Наукова група на чолі з проф. Моте-Баумволь [26] в ході дослідження, проведеного в столичному районі Парижа, виявила, що для районів з низькою щільністю

населення послуга самовивозу є більш затребувана, ніж адресна доставка. Доступність пунктів видачі в межах 400 метрів розглядалася як доступна щільність для кінцевих споживачів. Автори встановили, що використання пунктів видачі навіть в сільській місцевості з низькою щільністю населення дозволило підвищити доступність покупок в Інтернеті. В свою чергу в [14] охоплено вже діючу систему автоматичних поштоматів Південно-Східного Квінсленда (Австралія). Використовуючи метод логістичної регресії, автори оцінили соціально-демографічні атрибути, які впливають на використання системи автоматичних поштоматів. Отримані результати показали, що для районів з високою щільністю населення і добре розвинутою транспортною інфраструктурою система автоматичних поштоматів є переважним варіантом при доставці товарів, покупка яких була здійснена через Інтернет. Ці результати були отримані на основі лише 273 спостережень, і певні атрибути моделі показали високий рівень надійності. Вік і рівень освіти респондентів були визнані незначними. Це слід враховувати, якщо отримані результати будуть використані в якості основи для розробки нової системи автоматичних поштоматів.

Біноміальне моделювання [27] на великій вибірці (3000 голландських покупців), дозволило ідентифікувати соціально-демографічні атрибути, торгові канали та просторові змінні, які значимі в рамках електронних покупок з точками самообслуговування (пункти самовивозу). Було визначено, що цей вид доставки більш прийнятний для жінок і людей із середнім рівнем освіти. Просторові атрибути були оцінені з точки зору мобільності, орієнтованої на автомобілі, і було визначено, що п'ятихвилинна автомобільна доступність для користувачів точок самообслуговування є переважною.

В роботі [19] оцінено можливість переходу онлайн-покупців з існуючої системи пунктів видачі до автоматичних поштоматів. В [28] використано ієрархічний регресійний аналіз для оцінки наміру інтернет-покупців перейти від пунктів видачі до системи автоматичних поштоматів. В якості методу опитування для збору даних автори використовували метод анкетування, який дозволив їм сформувати вибірку з 164 чоловік. Проведений регресійний аналіз показав, що змінні «вік», «стать», «тип житла», «розмір домогосподарства» і «статус зайнятості» не є значимими. Більш того, система автоматичних поштоматів є більш привабливою для літніх людей, ніж для молоді. Працівники, з повним типом зайнятості, вважаються потенційними користувачами поштоматів, оскільки повний робочий день не дозволяє розглядати адресну доставку як варіант системи доставки.

Більш ретельну оцінку намірів клієнтів було реалізовано за допомогою моделювання структурних рівнянь [29]. Автори запропонували три основні атрибути, що відображають зручність використання автоматичних поштоматів, безпеку товарів і надійність системи поштоматів. Згідно з основним положенням цього

дослідження, з огляду на низькі операційні витрати системи автоматичних поштоматів, автори оцінили прямий і непрямий ефект, що сприймається клієнтами. Серед прямих ефектів була визначена її надійність. Що стосується вартості транзакції, конфіденційності, безпеки і надійності, то кожен з цих атрибутів був оцінений як найбільш важливий фактор для групи респондентів. Оцінка непрямого ефекту показала, що найбільший вплив на потенційних клієнтів чине атрибут надійності. Отримані результати охопили десять найбільших міст Китаю з стратифікованою вибіркою в 230 респондентів. В якості основного висновку дослідження автори відзначили, що сприйняте значення, яка відображає теорію максимізації випадкової корисності, оцінювалася респондентами як найбільш значимий атрибут в порівнянні з транзакційними витратами і являла собою економічну теорію.

В [30] проведено оцінку потенційного попиту на систему автоматичних поштоматів на основі виявлених переваг. Ця комбінація методів опитування дозволила зробити перший крок у визначенні фактичної поведінки респондентів при здійсненні електронних покупок за допомогою системи автоматичних поштоматів і сформувати сценарії заявлених переваг. На другому етапі дослідження оцінювалося відношення до чотирьох альтернативних сценаріїв доставки «останньої милі», підкреслюючи позитивний результат заміни адресної доставки опцією автоматичних поштоматів. Оцінка споживчих переваг була реалізована використовуючи теорію випадкової корисності за допомогою побудови поліноміальної моделі. Зниження термінів доставки і вартості перевезення визначені позитивними значеннями і високою статистичною значущістю. Це означає, що споживачі вважали за краще використовувати систему автоматичних поштоматів замість адресної доставки через скорочення часу і витрат. Місцезнаходження автоматичних поштоматів було оцінено як непривабливий фактор, який змушує людей користуватися доставкою додому. Автори використовували описовий аналіз, щоб визначити найбільш зручні місця для покупців. Супермаркети, магазини і торгові центри були визнані опитувальною групою найбільш переважними варіантами.

Характеристика методу оцінки латентного попиту

В рамках даного дослідження реалізовано перший крок щодо оцінки латентного попиту кінцевих споживачів на користування системою поштоматів. Ключовим аспектом на даному етапі є визначення вподобань людей до користування альтернативними каналами доставки, а саме: адресна (до дому) та до поштового відділення. Безумовно важливим аспектом при виборі системи поштоматів є їх дислокація та зручність у користуванні. Це є напрямом подальших досліджень. На даному етапі визначається латентний попит, який оцінюється через поточні вподобання на користування каналом «Поштове відділення».

Для оцінки коефіцієнтів функцій корисності по двох альтернативних каналах доставки пропонується застосувати метод максимальної правдоподібності. Він дозволяє провести оцінки коефіцієнтів моделі шляхом максимізації збіжності фактичних ймовірностей вибору з прогнозними. В математичному вигляді ми маємо наступне:

$$LL(\bar{\beta}) = \sum_{i=1}^I \sum_{m=1}^M \ln(p[i/q]) \cdot \text{Вибір}_m, \quad (5)$$

$$LL(\bar{\beta}) \rightarrow \max, \quad (6)$$

$$\text{Вибір}_m = \begin{cases} 1, & \text{канал доставки обрано,} \\ 0, & \text{канал доставки не обрано,} \end{cases} \quad (7)$$

де $LL(\bar{\beta})$ – це логарифмоване значення функції максимальної правдоподібності; $p[i/q]$ – це ймовірність вибору i -го каналу доставки; Вибір_m – це індикатор обраного каналу покупки у замірі m ; I – це кількість альтернативних каналів доставки (дорівнює двом); M – кількість проведених замірів щодо вибору каналу доставки.

В рамках дослідження пропонується застосовувати метод фіксації виявлених переваг, який передбачає проведення обстеження за покупною активністю людей. Кожна особа, яка погодилась на участь в обстеженні повинна фіксувати певний перелік атрибутів, які відбивають соціально-демографічні характеристики людини та групу економічних і просторових атрибутів. Ці дві групи атрибутів описують безпосередній вибір каналу доставки серед альтернативних варіантів. Важливою умовою обстеження є виконання покупок товарів в Інтернет магазинах. В цьому разі під час покупки кожна людина оцінює переваги та недоліки вибору каналу доставки (адресна чи на поштове відділення) користуючись низкою внутрішніх установок, власних вподобань в рамках щоденної активності та характеристик товару (вага, вартість та інш.).

В якості ключових атрибутів в дослідження прийнято наступне:

- стать;
- вік;
- розмір сім'ї;
- тип зайнятості;

- посада;
- розмір персонального доходу;
- вартість товару;
- вартість доставки;
- час доставки товару;
- час, необхідний на піше пересування до поштового відділення;
- частота покупок.

На основі вище зазначених атрибутів необхідно формалізувати складові функції корисності для кожного альтернативного варіанту каналу доставки. Враховуючи необхідність нормалізації атрибутів [23], які не варіюються по альтернативних каналах, результуючі види функції корисності представлено в табл. 1. Знаком «✓» позначено врахування в моделі групи атрибутів. Відповідно, «←» позначено умову, якщо атрибут не враховано в функції корисності.

Експериментальні дані

Опитування заявлених переваг проводилося в Україні з лютого по травень 2019 року. Опитування було проведено автором. Google Form була використана в якості інформаційного каналу. Анкета складалася з трьох основних частин. Перша охоплювала загальну інформацію про респондентів, а саме соціально-демографічну та соціально-економічну інформацію. Друга частина містила дані про вибір каналів доставки при здійсненні покупок в Інтернеті. Згідно з попереднім аналізом електронної комерції в Україні, було визначено, що поштові відділення і адресна доставка використовуються в якості альтернативних варіантів доставки останньої милі при здійсненні покупок в Інтернеті. На основі цього респондентам було запропоновано відобразити в другому розділі анкети наступні атрибути альтернативних каналів доставки: вартість доставки, час доставки, час пішого підходу до найближчого поштового відділення і вартість покупки для покупок в Інтернеті. Крім того, другий розділ містив інформацію про відвідуваність продуктивних магазинів в будні дні (дану інформацію буде застосовано в наступному дослідженні). Третій розділ був присвячений оцінці поточного стану системи доставки «останньої милі» при онлайн-покупках. Респондентам було запропоновано оцінити якість обслуговування за п'ятибальною шкалою Лайкерта. На додаток до цього, третій розділ містив відкрите питання про бажані способи поліпшення доставки останньої милі при здійсненні електронних покупок. Опитування проводилося в декількох містах України: в двох найбіль-

Таблиця 1 – Приналежність атрибутів до функцій корисності

Канал доставки	Соціально-демографічні	Економічні		Просторові			Товар
		Вартість товару	Вартість доставки	Час доставки	Піший підхід	Частота замовлень	
Адресна доставка	✓	✓	✓	✓			✓
Поштове відділення	–	–	✓	–	✓	✓	–

ших містах України – Харкові (1,5 млн. осіб) та Києві (2,8 млн. осіб), в одному великому місті – Запоріжжя (575 тис. осіб), в двох середніх містах – Рівне (243 тис. осіб) та Суми (266 тисяч осіб). Найбільша частка респондентів приходить на Харків.

В результаті опитування було отримано 352 спостереження, що відображають онлайн-покупки кінцевих споживачів з доставкою у поштове відділення або адресною доставкою. Вибірка складається з 108 чоловіків і 244 жінок, які здійснюють покупки в Інтернеті. Дана інформація свідчить про те, що жінки частіше роблять покупки в Інтернеті, ніж чоловіки. Найбільша вікова страта представлена респондентами у віці від 26 до 45 років (69 відсотків), які, по всій видимості, є найбільш активними онлайн-покупцями. Атрибут персонального доходу був визначений з найбільшою часткою від людей з низькими доходами (менше 400 доларів США), що є звичайним явищем для економіки, що розвивається.

Більшість онлайн-покупців мають посаду середнього рівня зі статусом зайнятості повний робочий день. Можна побачити, що частка доставок в поштове відділення для повністю зайнятого сегмента переважає над адресною доставкою. Ми припускаємо, що це хороший індикатор для розгортання системи автоматичних поштоматів, і в цьому випадку слід провести поглиблений описовий аналіз.

Результати оцінки детермінант вибору каналу доставки при логістиці останньої милі

Потенційний попит на систему автоматичних поштоматів для сталих доставок останньої милі був оцінений з використанням теорії максимізації випадкової корисності. Результати, представлені в табл. 2, розкривають патерни вибору кінцевих споживачів при здійсненні адресної доставки та доставки в поштове відділення.

Таблиця 2 – Результати оцінки альтернативної моделі вибору каналу доставки (за базовий канал покупки прийнятий варіант «Адресна доставка»)

Клас атрибуту	Атрибут	Значення коефіцієнту	t-тест	Стандартна похибка
Константа	ASC	5,0981	3,795	1,31
Соціально-демографічні	Стать (жіноча)	-0,2367	-0,659	0,36
	Вік	-0,0385	-0,097	0,39
	Розмір родини	-0,2917	-1,618	0,17
	Кількість робітників в родині	0,406	1,593	0,25
	Місячний дохід	-0,2347	-2,858	0,08
	Наявність автомобіля	0,3601	1,993	0,17
	Повна зайнятість	-1,453	-1,958	0,72
	Вільний графік роботи	-0,5416	-0,677	0,79
	Графік зайнятості - навчання	-3,6946	-3,655	0,99
	Інший графік роботи	-2,8949	-2,559	1,12
	Менеджер чи керівник	-2,9226	-1,620	1,78
	Працівник середньої ланки	-3,3475	-1,963	1,67
	Праця низької кваліфікації	-2,3765	-1,420	1,64
	Студент	-2,5743	-1,780	1,41
Інший вид зайнятості	-1,6258	-0,705	2,29	
Економічні	Вартість товару	-0,3626	-1,658	0,21
	Вартість доставки	-0,9867	-1,990	0,5
Просторові	Час доставки	-0,2169	-1,606	0,13
	Час пішого підходу до ПВ	-0,7541	-2,041	0,37
	Частота покупки	0,4982	2,254	0,22
Вид товару	-	-0,2849	-2,572	0,11
Початкове значення логарифмованої функції правдоподібності		-243,988	-	-
Підсумкове значення логарифмованої функції правдоподібності		-164,679	-	-
Кількість спостережень		352	-	-

Біноміальна логіт модель була оцінена для шести товарів, які були закодовані з використанням номінальної шкали. Товарам присвоєні такі коди: електроніка – один, побутова електроніка – два, парфумерія та косметика – три, одяг – чотири, дитячі товари – п'ять, взуття – шість. Доступність автомобіля, стать, статус зайнятості та графік роботи були оцінені як бінарні змінні. Періодичність здійснення покупок була закодована таким чином: покупка рідше одного разу на місяць була відзначена як один, один раз на місяць як два, один раз в два тижні як три, від одного до двох разів на тиждень як чотири і від трьох до п'яти разів на в тиждень як п'ять.

Результати моделювання показали, що поточний попит на доставку товарів куплених онлайн є орієнтованим на поштове відділення. Серед соціально-демографічних атрибутів статистично значимими виявлено розмір родини, дохід, наявність автомобіля, типи зайнятості «повна зайнятість», «студент» та посади «менеджер чи керівник», «робітник середньої ланки». В той же час серед економічних детермінант виявлено атрибут «витрати на доставку» з високим рівнем статистичної значимості. Для групи просторових атрибутів було встановлено, що час підходу до поштового відділення та частота замовлень безпосередньо впливають на вибір каналу доставки «поштове відділення».

Висновки

Отримані результати дослідження є актуальними для логістичних компаній, які обслуговують замовлення на доставку товарів в сфері електронної комерції. Поряд з цим отримані дані про детермінанти вибору каналу покупки можуть бути використані під час розробки заходів сталого розвитку міст на основі інформації про вплив соціально-демографічних, економічних і просторових характеристик на шаблони вибору каналу доставки кінцевими споживачами [31].

В цілому на основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1) Виконано формалізацію функції корисності для двох альтернативних каналів доставки, яка враховує комплекс детермінант, що описують безпосередньо користувача системи доставки, економічні та просторові атрибути каналів останньої милі. За таких умов прогноз ймовірності вибору каналу доставки виконується з позиції комплексної оцінки процесу взаємодії попиту кінцевих споживачів на обслуговування та пропозиції операторів логістики останньої милі.

2) Розробку моделей дискретного вибору виконано на основі даних, які отримано за методом «заявлених переваг», який дозволяє зафіксувати фактичну поведінку кінцевих споживачів при користуванні послугами операторів логістики останньої милі.

3) Оптимізацію функції максимальної правдоподібності проведено на основі 352 замірів за вибором каналу доставки, що дозволяє зробити висновок про статистичну надійність отриманих результатів оцінки детермінант вибору.

4) Серед проаналізованих атрибутів вибору каналу доставки визначено в якості орієнтованих на канал доставки «поштове відділення» наступні: розмір родини, дохід, повна зайнятість, «студент», посади «менеджер чи керівник», «робітник середньої ланки» та витрати на доставку.

В рамках подальших досліджень буде приділено увагу оцінці раціональних місць розташування поштоматів по території міста.

Список літератури

1. Russo F. Impacts of accidents involving shopping and restocking vehicles on an urban road network / F. Russo, A. Comi // *WIT Transactions on the Built Environment*. – № 134. – 2013. – P. 517–528. doi: 10.2495/SAFE130461
2. Waygood E. O. D. Transportation carbon dioxide emissions by built environment and family lifecycle: Case study of the Osaka metropolitan area / E. O. D. Waygood, Y. Sun, Y. O. Susilo // *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. – № 31. – 2014. – P. 176–188. doi.org/10.1016/j.trd.2014.06.001
3. Wygonik E. Urban form and last-mile goods movement: actors affecting vehicle miles travelled and emissions / E. Wygonik, A. V. Goodchild // *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. – № 61(A). – 2018. – P. 217–229. doi.org/10.1016/j.trd.2016.09.015
4. Rindone C. Urban transport planning, its and energy resources: a framework for smart city case studies / C. Rindone // *WIT Transactions on the Built Environment*. – №188. – 2019. – P. 107–117. doi.org/10.2495/CC190101
5. Faugere L. Hyperconnected City Logistics: Smart Lockers Terminals & Last Mile Delivery Networks / L. Faugere, B. Montreuil // *4th International Physical Internet Conference At: Graz, Austria*. – 2017. – 14 p.
6. Van Duin J. H. R. From home delivery to parcel lockers: A case study in Amsterdam / J. H. R. Van Duin, B. Wiegman, B. Van Arem, Y. Van Amstel // *The 11th International Conference on City Logistics, Dubrovnik, Croatia, 12-14 June 2019*. – P. 88–96.
7. McLeod F. Transport impacts of local collection/delivery points / F. McLeod, T. Cherrett, L. Song // *International Journal of Logistics Research and Applications*. – №9(3). – 2006. – P. 307–317. doi.org/10.1080/13675560600859565
8. Visser J. Home Delivery and the Impacts on Urban Freight Transport: A Review / J. Visser, T. Nemoto, M. Browne // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – №125. – 2014. – P. 15–27. doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1452
9. Edwards J. The CO2 benefits of using collection-delivery points for failed home deliveries / J. Edwards, A. McKinnon, T. Cherrett, F. McLeod, L. Song // *Transportation Research Record*. – №10(1901). – 2010. – P. 136–143. doi.org/10.3141/2191-17
10. Iwan S. Analysis of parcel lockers' efficiency as the last-mile delivery solution – the results of the research in Poland / S. Iwan, K. Kijewska, J. Lemke // *Transportation Research Procedia*. – №12. – 2016 – P. 644–655. doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.018
11. Kioussis V. Assessing Traffic and Environmental Impacts of Smart Lockers Logistics Measure in a Medium-Sized Municipality of Athens', in: Nathanail E., Karakikes I. (ed) *Data Analytics: Paving the Way to Sustainable Urban Mobility* / V. Kioussis, E. Nathanail, I. Karakikes //

- Proceedings of 4th Conference on Sustainable Urban Mobility (CSUM2018), 24 – 25 May 2019, Skiathos Island, Greece, P. 614–621. doi.org/10.1007/978-3-030-02305-8_74
12. Moroz M. The last-mile issue and urban logistics: choosing parcel machines in the context of the ecological attitudes of the Y generation consumers purchasing online / M. Moroz, Z. Polkowski // Transportation Research Procedia. – №16. – 2016 – P. 378–393. doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.036
 13. Morganti E. Final deliveries for online shopping: The deployment of pickup point networks in urban and suburban areas / E. Morganti, L. Dablanc, F. Fortin // Research in Transportation Business and Management. – №11. – 2014. – P. 23–31. doi.org/10.1016/j.rtbm.2014.03.002
 14. Lachapelle U. Parcel locker systems in a car dominant city: Location, characterisation and potential impacts on city planning and consumer travel access / U. Lachapelle, M. Burke, A. Brotherton, A. Leung // Journal of Transport Geography. – №71. – 2018. – P. 1–14. doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.06.022
 15. Kedia A. Establishing Collection and Delivery Points to Encourage the Use of Active Transport: A Case Study in New Zealand Using a Consumer-Centric Approach / A. Kedia, D. Kusumastuti, A. Nicholson // Sustainability. – № 11(22). – 2019. – P. 1–23. doi.org/10.3390/su11226255
 16. Lee H. Development of a Decision Making System for Installing Unmanned Parcel Lockers: Focusing on Residential Complexes in Korea / H. Lee, M. Chen, H. T. Pham, S. Choo // KSCE Journal of Civil Engineering. – № 23. – 2019. – P. 2713–2722. doi: 10.1007/s12205-019-1398-y
 17. Gatta, V. Sustainable urban freight transport adopting public transport-based crowdshipping for B2C deliveries / V. Gatta, E. Marcucci, M. Nigro, S. Serafini // European Transport Research Review. – № 11(13). – 2019. – 14 p. doi: 10.1186/s12544-019-0352-x
 18. Alves R. Agent-Based Simulation Model for Evaluating Urban Freight Policy to E-Commerce / R. Alves, R. da Silva Lima, D. Custodio de Sena, A. Ferreira de Pinho, J. Holgunn-Veras // Sustainability. – №11(4020). – 2019. – 19 p. doi.org/10.3390/su11154020
 19. Wang X. An innovation diffusion perspective of e-consumers' initial adoption of self-collection service via automated parcel station / X. Wang, K. F. Yuen, Y. D. Wong, C. C. Teo // The International Journal of Logistics Management. – №29 (1). – 2018. – P. 237–260. doi.org/10.1108/IJLM-12-2016-0302
 20. Buldeo Rai H. Unlocking the failed delivery problem? Opportunities and challenges for smart locks from a consumer perspective / H. Buldeo Rai, S. Verlinde, C. Macharis // Research in Transportation Economics. – №100753. – 2019. – 7 p. doi.org/10.1016/j.retrec.2019.100753
 21. Rossolov A. Sustainable suburban supply chain / A. Rossolov, O. Lobashov, D. Kopytkov, V. Naumov // Transportation Research Procedia. – №45. – 2020. – 795–802. doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.092
 22. Ben-Akiva, M., Lerman, S. Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand. The MIT Press, 1985, Cambridge, Massachusetts.
 23. Bierlaire M. Discrete Choice Models. In: Labbì M., Laporte G., Tanczos K., Toint P. (eds) Operations Research and Decision Aid Methodologies in Traffic and Transportation Management. NATO ASI Series (Series F: Computer and Systems Sciences), vol 166., 1998, Springer, Berlin, Heidelberg. doi.org/10.1007/978-3-662-03514-6_9
 24. de Dios Ortuzar, J., Willumsen, L. G. Modelling Transport, 4th Edition, Wiley, 2011, 607 p.
 25. Lemke J. Usability of the parcel lockers from the customer perspective – the research in Polish Cities / J. Lemke, S. Iwan, J. Korczak // Transportation Research Procedia. – №16. – 2016. – P. 272–287. doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.027
 26. Motte-Baumvol B. Spatial dimension of E-Shopping in France / B. Motte-Baumvol, L. Belton-Chevallier, L. Dablanc, E. Morganti, C. Belin-Munier // Asian Transport Studies. – №4(3). – 2017. – P. 585–600. doi.org/10.11175/eastsats.4.585
 27. Weltevreden J. W. J. B2C e-commerce logistics: the rise of collection-and-delivery points in The Netherlands / J. W. J. Weltevreden // International journal of retail and distribution management. – №36(8). – 2008. – P. 638–660. doi.org/10.1108/09590550810883487
 28. Yuen K. F. An investigation of customers' intention to use self-collection services for last-mile delivery / K. F. Yuen, X. Wang, L. T. W. Ng, Y. D. Wong // Transport Policy. – №66. – 2018. – P. 1–8. doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.03.001
 29. Yuen K. F. The determinants of customers' intention to use smart lockers for last-mile deliveries' / K. F. Yuen, X. Wang, F. Ma, Y. D. Wong // Journal of Retailing and Consumer Services. – №49. – 2019. – P. 316–326. doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.03.022
 30. de Oliveira L. K. Analysis of the potential demand of automated delivery stations for e-commerce deliveries in Belo Horizonte, Brazil / L. K. de Oliveira, E. Morganti, L. Dablanc, R. L. M. de Oliveira // Research in Transportation Economics. – № 65. – 2017. – P. 34–43. doi.org/10.1016/j.retrec.2017.09.003
 31. Holgunn-Veras J. Urban freight policymaking: The role of qualitative and quantitative research / J. Holgunn-Veras, J. Amaya Leal, B. B. Seruya // Transport Policy. – № 56. – 2017. – P. 75–85. doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.02.011

Одержано 22.12.2020

Росолов А. В. Оценка атрибутов выбора канала доставки конечному потребителю в рамках логистики последней мили

Цель работы. Определение латентного спроса на использование почтоматов конечными потребителями путем определения детерминант выбора канала доставки в рамках электронной коммерции.

Методы исследования. В исследованиях использована процедура сбора данных методом заявленных предпочтений и методологию максимизации случайной полезности при разработке моделей дискретного выбора. В качестве альтернативных каналов доставки товаров конечным потребителям рассматривалась адресная доставка и на почтовое отделение. На основе этого разработана биномиальная логит модель

дискретного выбора канала доставки товаров конечным потребителям. Методом максимизации функции максимального правдоподобия получены статистические оценки атрибутов выбора канала доставки, которые представлены социально-демографическими, экономическими и пространственными группами.

Полученные результаты. Определено, что социально-демографические, экономические и пространственные группы атрибутов играют важную роль в детерминации поведения конечных потребителей при выборе канала доставки товаров, которые были куплены в Интернет-магазинах. В качестве статистически значимых атрибутов латентного спроса на использование почтоматов являются размер семьи, месячный доход одного человека, тип занятости «полная занятость», «студент» и должности «менеджер или руководитель», «работник среднего звена», стоимость доставки и пешая доступность почтовых отделений.

Научная новизна. Впервые предложено для условий развивающейся экономики определять детерминанты выбора канала доставки на основе теории максимизации случайной полезности. Впервые определено влияние социально-демографических, экономических и пространственных атрибутов на выбор канала доставки товаров, которые были куплены в Интернет-магазинах конечными потребителями.

Практическая ценность. Определены атрибуты выбора канала доставки для товаров таких групп, как электроника, бытовая техника, парфюмерия, одежда, детские товары и обувь, которые можно использовать для прогноза материального потока в рамках логистики последней мили.

Ключевые слова: канал доставки, логистика последней мили, конечный потребитель, вероятность выбора.

Rossolov A. An assesment the delivery channel choice attributes in a frame of last mile logistics

Purpose of work. The latent demand determination for automated parcel lockers usage by the end-consumers through the revealing the attributes that influence on delivery channel choice.

Research methods. The study is based on reveal preference survey data and usage of random utility maximization methodology. The post office and home deliveries are considered within the study as the alternative delivery channels. According to this, the binomial logit model has been developed to assess the probability of delivery channel choice. Using the maximization likelihood method, we estimated the statistical determinants of delivery channels that are presented by the socio-demographic, economic and spatial groups of attributes.

Obtained results. We estimated the socio-demographic, economic and spatial attributes as important determinants playing a key role in delivery channel choice in a case of online shopping. As the statistically significant attributes describing the latent demand for automated parcel lockers usage we revealed the household size, monthly income, full time schedule, student schedule, manager occupation and middle line manager. Besides that, the delivery cost and walking accessibility of post office departments are determined as the valuable attributes too.

Scientific novelty. For the first time it was proposed to determine the attributes for delivery channel choice based on random utility maximization theory. For the first time the influence of socio-demographic, economic and spatial attributes were defined influencing on delivery channel choice in a case of e-commerce.

Practical value. The attributes for delivery channel choice have been determined in a case of electronics, consumer electronics, perfumes, clothing, children products and shoes. These data can be used for forecasting of material flows in a frame of last mile delivery.

Key words: delivery channel, last mile logistics, end-consumer, choice probability.
