

УДК 656.13

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.40362

## ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ НА РОЗПОДІЛ ОБСЯГУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІЖ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

© Т. М. Григорова, Ю. О. Давідіч, В. К. Доля

*Досліджено закономірності розподілу обсягу перевезень пасажирів між залізничним та автомобільним транспортом у приміському сполученні. Наведені результати обробки натурних обстежень дозволили встановити закономірності впливу параметрів транспортного процесу перевезення пасажирів на частку пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту від загального обсягу перевезень у приміському сполученні. Виявлені закономірності було математично формалізовано*

**Ключові слова:** транспортне обслуговування, приміське сполучення, вид транспорту, обсяг перевезень, параметри перевезення

*The regularities of distribution of passenger traffic between rail and road in suburban traffic are investigated. The results of processing the field research revealed patterns of influence of parameters of the transport process of passenger transportation at a fraction of the passengers who prefer a suburban road transport of from total transportation volume in suburban traffic. The discovered patterns were mathematically formalized*

**Keywords:** transport service, suburban traffic, commuter, mode of transport, transportation volume, transportation parameters

### 1. Вступ

В сучасних умовах транспортне обслуговування сільських жителів набуває особливої актуальності. Перевезення пасажирів у приміському сполученні є найбільш динамічними, соціально-чутливими та особливо важливими для всіх галузей економіки і населення. Соціальне значення таких перевезень тісно взаємопов'язане з платоспроможністю населення. Однак сучасний стан транспортного забезпечення не дозволяє в повному обсязі задовольняти потреби мешканців сільської місцевості в перевезеннях всіма видами транспорту. Спостерігаються недоліки в організації регулярних приміських маршрутів і в розвитку мережі обласних і місцевих автомобільних та залізничних шляхів.

### 2. Постановка проблеми

Приміські перевезення виконуються маршрутними автобусами та залізничними потягами, також часто маршрутними таксі, індивідуальними автомобілями. Вони здійснюються за трудовими, діловими і культурно-побутовими цілями [1, 2]. Для здійснення переміщень у приміському сполученні пасажирів постійно проводять вибір між видами транспорту. Велике значення при виборі населенням виду транспорту має ціна поїздки, а також надійність і зручність розкладу [3, 4]. Науковці визначають, що в теперішній час існує загальна потреба в конкретних методиках, що дозволяють кількісно ув'язати попит на перевезення у приміському сполученні з пропозицією транспортних послуг, оцінити вплив на нього як цінових, так і нецінових факторів. Такі методики необхідні як у теоретичному плані, так і для вирішення практичних завдань управління пасажирським транспортом на рівні транспортних підприємств, державних органів міських і обласних адміністрацій з метою виявлення ключових факторів, від яких залежить ефективність та якість функціонування транспортної системи [3, 5].

### 3. Літературний огляд

Організація транспортного процесу має за мету покращення якості перевезень пасажирів за рахунок впровадження найбільш ефективних з точки зору пасажирів заходів і таких, що водночас потребують мінімальних витрат [6]. Вдосконалення транспортного процесу базується на визначенні параметрів пасажиропотоків. Формування пасажиропотоків є складним явищем, яке базується на виборі пасажирів шляху пересування. Дослідники при опису процесу вибору пасажирів використовують методи, що ґрунтуються на визначенні частоти обслуговування [7, 8] та розкладу руху [9, 10]. При цьому, вказані моделі не в повному обсязі враховують вплив умов обслуговування на вибір пасажирів шляху пересування. При цьому суттєвим чином на цей вибір у приміському сполученні впливає наявність альтернативних видів транспорту. Для пасажирів, які постійно здійснюють поїздки на роботу і навчання, найзручнішим є залізничний транспорт через його велику провізну здатність, надійність і регулярність руху [1]. Залізничний транспорт є основним видом транспорту для здійснення пасажирських перевезень на середні відстані і в приміському сполученні. Це один з найстаріших і основних магістральних видів транспорту в нашій країні. Приміські перевезення здійснюються на всіх дорогах, проте більшість з них зосереджена на ділянках, прилеглих до великих міст і міських агломераціях велика частина обсягу перевезень у напрямку потужних пасажиропотоків може припадати на приміський залізничний транспорт [1]. Переваги залізничного транспорту при здійсненні приміських пасажирських перевезень визначаються такими властивостями, як незалежність роботи від кліматичних умов, погоди, часу доби, це забезпечує

регулярність і безперебійність перевезень, високу провізну здатність, порівняно високу швидкість і порівняно невисоку собівартість перевезень [2].

У той же час в малих, середніх і великих містах значну частку приміських сполучень освоює автобусний транспорт. Для їх здійснення використовуються автобуси та маршрутні таксі для регулярного сполучення [11]. Будучи маневреними, приміські автобусні сполучення мають більш розгалужену транспортну мережу і розвиваються більш високими темпами, ніж всі інші види приміського транспорту. Доставка пасажирів автобусами здійснюється в більш близькі до місць призначення пункти, в результаті чого скорочуються витрати часу на поїздку. Разом з тим приміські автобусні перевезення різко поступаються залізничним сполученням через їх провізну здатність та продуктивність транспортних засобів, характеризуються більш високою потребою в трудових ресурсах.

#### 4. Методика проведення та обробки результатів досліджень з метою виявлення закономірностей розподілу обсягу перевезень між автомобільним та залізничним транспортом

Метою дослідження є визначення закономірностей розподілу обсягу перевезень між автомобільним та залізничним транспортом. Для отримання вихідної інформації було проведено натурні обстеження за напрямками руху приміського пасажирського транспорту. Було обрано такі напрямки руху: Харків – Чугуїв, Харків – Нова Водолага, Харків – Безлюдівка та зворотні їм. За кожним напрямком руху проводився підрахунок кількості перевезених пасажирів. Це дозволило визначити розподіл обсягу перевезення пасажирів між автомобільним та залізничним транспортом з однаковим напрямком руху. Крім того фіксувався час, витрачений на проїзд сумісними ділянками маршрутів та довжина цих ділянок, час очікування, інтервал руху, номінальна пасажиромісткість, кількість транспортних засобів та вартість проїзду.

Сумарна кількість пасажирів, перевезених залізничним та автомобільним транспортом визначалась наступним чином:

$$Q_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (1)$$

де  $Q_{\text{сум}}$  – сумарна кількість пасажирів, перевезених залізничним та автомобільним транспортом, пас;  $Q_i$  – кількість пасажирів, перевезених  $i$ -тим видом транспорту, пас.  $n$  – кількість видів пасажирського транспорту, од.

Частку пасажирів, перевезених автомобільним транспортом, від загального обсягу перевезень було визначено за наступною залежністю:

$$\Delta = \frac{Q_a}{Q_{\text{сум}}}, \quad (2)$$

де  $\Delta$  – частка пасажирів, які було перевезено автомобільним транспортом;  $Q_a$  – обсяг перевезень на автомобільному транспорті, пас.

Також було визначено швидкість сполучення транспортного засобу за формулою:

$$V_c = \frac{L}{t}, \quad (3)$$

де  $V_c$  – швидкість сполучення транспортного засобу на маршруті, км/год.;  $L$  – довжина маршруту, км;  $t$  – час проїзду по маршруту, год.

Наступним визначався час очікування транспортного засобу за формулою:

$$t_{\text{оч}} = \frac{I}{2}, \quad (4)$$

де  $t_{\text{оч}}$  – час очікування транспортного засобу, год;

$I$  – інтервал руху транспортних засобів, год.

Середній коефіцієнт використання місткості транспортного засобу для маршруту визначається за формулою:

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_i}{n_{\text{пер}}}, \quad (5)$$

де  $\gamma_i$  – коефіцієнт використання місткості транспортного засобу на  $i$ -му перегоні;  $n_{\text{пер}}$  – кількість перегонів.

Коефіцієнт використання місткості салону транспортного засобу на  $i$ -му перегоні визначався, як

$$\gamma_i = \frac{F_{i-1} + N_{\text{exi}} - N_{\text{enxi}}}{q_n}, \quad (6)$$

де  $N_{\text{exi}}$  – кількість пасажирів, які увійшли на  $i$ -й зупинці, пас;  $N_{\text{enxi}}$  – кількість пасажирів, які вийшли на  $i$ -й зупинці, пас;  $F_{i-1}$  – кількість пасажирів на  $i-1$  перегоні;  $q_n$  – номінальна пасажиромісткість транспортного засобу, пас.

Таким фактором, як час підходу до зупиночно-го пункту було знехтувано. Це пояснюється відносною розгалуженістю транспортної мережі та великою кількістю зупиночних пунктів на шляху сполучення автомобільного та залізничного транспорту. Тому для обох видів транспорту час підходу до зупинки майже однаковий.

#### 5. Апробація результатів дослідження закономірностей розподілу обсягу перевезень між автомобільним та залізничним транспортом

На підставі отриманої при проведенні обстеження інформації, було проведено математичний опис функціонального зв'язку між обсягом перевезень пасажирів на маршрутах приміського пасажирського транспорту і факторами, що на нього впливають. Було проведено аналіз впливу кожного з раніше визначених факторів на відношення частки пасажирів, що віддають перевагу автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень на маршрутах приміського пасажирського транспорту.

Серед усіх методів, які дозволяють проводити математичний опис зміни частки пасажирів, було обрано методи регресійного і кореляційного аналізу [12].

Графік зміни частки пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень залежно від відношення швидкості автомобільного транспорту до швидкості залізничного транспорту з зображенням експериментальних точок наведено на рис. 1.

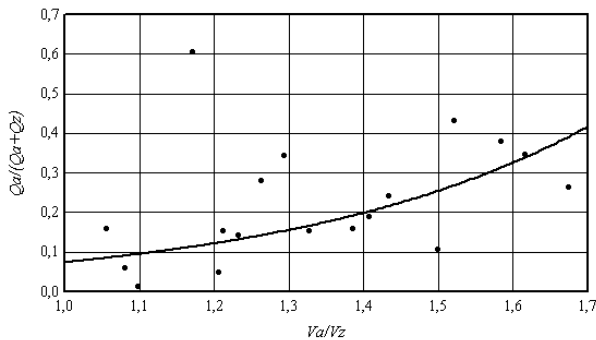


Рис. 1. Графік зміни доли пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту від загального обсягу перевезень залежно від відношення швидкості сполучення автомобільного транспорту до швидкості сполучення залізничного транспорту

Графік може бути описано наступною моделлю:

$$Qa/(Qa + Qz) = 0,066 \cdot \left(\frac{Va}{Vz}\right)^{3,36}, \quad (7)$$

де  $Qa/(Qa + Qz)$  – частка пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень;  $\frac{Va}{Vz}$  – відношення швидкості сполучення автомобільного транспорту до швидкості сполучення залізничного транспорту.

Зміст моделі пояснюється тим, що із збільшенням швидкості руху автобусів частка пасажирів, які віддають перевагу приміському автомобільному транспорту від загального обсягу перевезень збільшується. Це пов'язано із тим, що пасажирі вибирають вид транспорту, який має змогу здійснити перевезення в найменший час.

Графік зміни частки пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень залежно від відношення тарифу на кілометр проїзду на автомобільному транспорті до тарифу на кілометр проїзду на залізничному транспорті з зображенням експериментальних точок наведено на рис. 2.

Графік може бути описано наступною моделлю:

$$Qa/(Qa + Qz) = \exp\left(0,43 - 0,89 \cdot \frac{Pa}{Pz}\right), \quad (8)$$

де  $\frac{Pa}{Pz}$  – відношення тарифу на кілометр проїзду на автомобільному транспорті до тарифу на кілометр проїзду на залізничному транспорті.

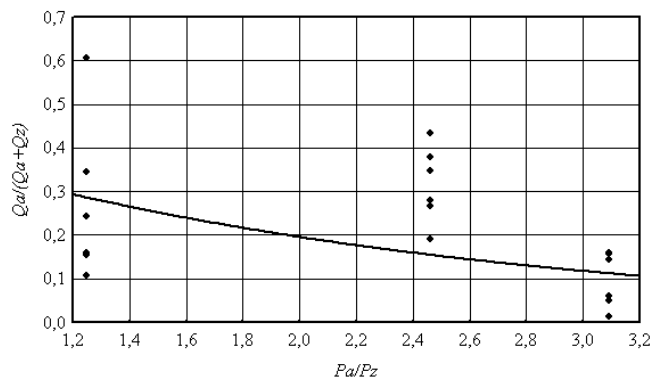


Рис. 2. Графік зміни частки пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту від загального обсягу перевезень, залежно від відношення тарифу на кілометр проїзду на автомобільному транспорті до відповідного тарифу на залізничному транспорті

Зміст моделі пояснюється тим, що із збільшенням тарифу на кілометр проїзду частка пасажирів, які віддають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень зменшується. Це пов'язано із тим, що пасажирі обирають вид транспорту, який має найменший тариф на перевезення.

Графік зміни частки пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень, залежно від відношення часу очікування на автомобільному транспорті до часу очікування на залізничному транспорті з зображенням експериментальних точок наведено на рис. 3.

Графік може бути описано наступною моделлю:

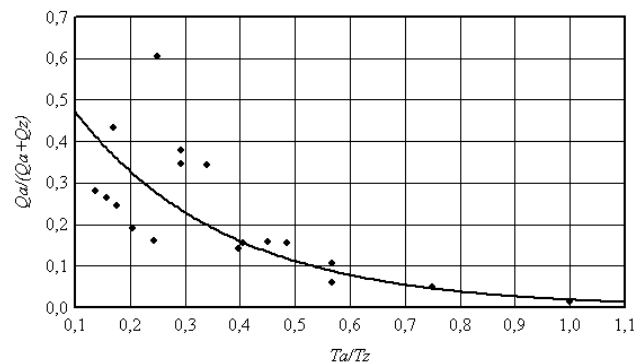


Рис. 3. Графік зміни доли пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту від загального обсягу перевезень залежно від відношення часу очікування на автомобільному транспорті до часу очікування на залізничному транспорті

$$Qa/(Qa + Qz) = \frac{\exp\left(0,11 - 4,18 \cdot \frac{Ta}{Tz}\right)}{\left(1 + \exp\left(0,11 - 4,18 \cdot \frac{Ta}{Tz}\right)\right)}, \quad (9)$$

де  $\frac{Ta}{Tz}$  – відношення часу очікування на автомобільному транспорті до часу очікування на залізничному транспорті.

Зміст моделі пояснюється тим, що із збільшенням часу очікування автобусу частка пасажирів, які віддають перевагу приміському автомобільному транспорту від загального об'єму перевезень зменшується. Це пов'язано із тим, що для пасажирів дуже важливо як можна менше часу витратити на поїздку із одного пункту в інший.

Графік зміни частки пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень, залежно від відношення коефіцієнту використання місткості на автомобільному транспорті до коефіцієнту використання місткості на залізничному транспорті з зображенням експериментальних точок наведено на рис. 4.

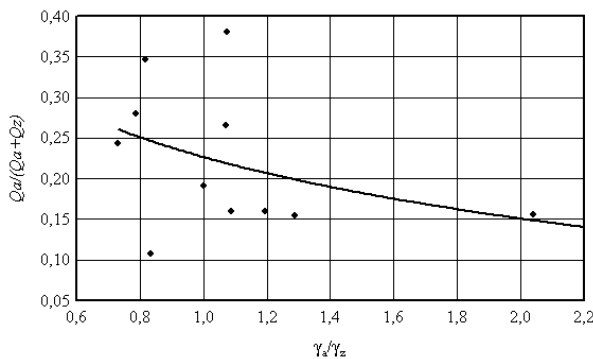


Рис. 4. Графік зміни частки пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту від загального обсягу перевезень залежно від відношення коефіцієнту використання місткості на автомобільному транспорті до коефіцієнту використання місткості на залізничному транспорті

Графік може бути описано наступною моделлю:

$$Q_a / (Q_a + Q_z) = 1 / (1,94 + 2,54 \cdot \frac{\gamma_a}{\gamma_z}), \quad (10)$$

де  $\frac{\gamma_a}{\gamma_z}$  – відношення коефіцієнту використання місткості на автомобільному транспорті до коефіцієнту використання місткості на залізничному транспорті.

Зміст моделі пояснюється тим, що із збільшенням коефіцієнту використання місткості транспортного засобу частка пасажирів, які віддають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень зменшується. Це пов'язано із тим, що велика частина пасажирів обирає той транспортний засіб, де їм буде зручніше, та може відмовитись від поїздки на транспортному засобі із дуже великим коефіцієнтом використання місткості.

Отримані моделі відображають тенденцію впливу параметрів транспортного процесу на зміну частки пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень на маршрутах приміського пасажирського транспорту. Проте, використання цих моделей при розв'язанні задач з організації перевезень пасажирів у приміському сполученні не є можливим внаслідок

недостатньо великих коефіцієнтів кореляції, які приймають значення від 0,51 до 0,64. Ці моделі описують залежність обсягів перевезень на маршрутах приміського пасажирського транспорту від одного фактору. Насправді ці фактори спричиняють сумісний вплив. Описати зміну цього показника залежно від параметрів маршруту можливо з використанням методу множинної кореляції.

## 6. Висновки

Аналіз методик, що дозволяють кількісно ув'язати попит на перевезення у приміському сполученні з пропозицією транспортних послуг, показав, що вони не повністю враховують вплив параметрів транспортного процесу на вибір виду пасажирського транспорту. Цей вибір можливо оцінити через відношення частки пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень. Проведені дослідження дозволили виявити, що однофакторні моделі зміни цього показника відображають тенденцію впливу параметрів транспортного процесу. Однак недостатньо великі коефіцієнти кореляції не дозволяють використання цих моделей при розв'язанні задач з організації перевезень пасажирів у приміському сполученні. Адекватно описати зміну частки пасажирів, що віддають перевагу приміському автомобільному транспорту, від загального обсягу перевезень в залежності від параметрів транспортного процесу можливо з використанням методу множинної кореляції.

## Література

1. Особливості організації приміських залізничних пасажирських перевезень [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://studopedia.info/1-31889.html>
2. Основы организации пригородного пассажирского движения [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://scbist.com/wiki/9011-osnovy-organizacii-prigorodnogo-passazhirskogodvizheniya.html>
3. Кристопчук, М. Є. Ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення [Текст] / М. Є. Кристопчук. – Харків.: ХНАМГ, – 2009. – 214 с.
4. Пермовский, А. А. Пассажи́рские перевозки [Текст] / А. А. Пермовский. – Н. Новгород, НГПУ, 2011. – 164 с.
5. Яновський, П. О. Пасажи́рські перевезення [Текст] / П. О. Яновський. – Київ: НАУ, 2008. – 469 с.
6. Воробьева, И. Б. Логистический подход к организации перевозки пассажиров в мегаполисе [Текст] / И. Б. Воробьева // Транспорт российской федерации. – 2006. – № 7. – С. 38–40.
7. Hickman, M. D. Transit service and path choice models in stochastic and time-dependent networks [Text] / M. D. Hickman, D. H. Bernstein // Transportation Science. – 1997. – Vol. 31, Issue 2. – P. 129–146. doi: 10.1287/trsc.31.2.129
8. Schmoeker, J. D. A quasi-dynamic capacity constrained frequency-based transit assignment model [Text] / J. D. Schmoeker, M. G. H. Bell, F. Kurauchi // Transportation Research Part B: Methodological. – 2008. – Vol. 42, Issue 10. – P. 925–945. doi: 10.1016/j.trb.2008.02.001
9. Nuzzolo, A. Schedule-based path choice models for public transport networks [Text] / A. Nuzzolo. – Proceedings of Advanced Course on Transit Networks, 2001. – 15 p.
10. Nuzzolo, A. A doubly dynamic schedule-based assignment model for transit networks [Text] / A. Nuzzolo,

F. Russo, U. Crisalli // Transportation Science. – 2001. – Vol. 35, Issue 3. – P. 268–285. doi: 10.1287/trsc.35.3.268.10149

11. Транспортная система Украины [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://reisvoer.com/news/118-transport-system>

12. Галушко, В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте [Текст] / В. Г. Галушко. – Киев: Вища школа, 1976. – 232 с.

#### References

1. Osoblivosti organizatsii primiskih zaliznichnih pasazhirskih transported. Available at: <http://studopedia.info/1-31889.html>.

2. Fundamentals of suburban passenger traffic. Available at: <http://scbist.com/wiki/9011-osnovy-organizacii-prigorodnogo-passazhirskogodvizheniya.html>

3. Kristopchuk, M. J. (2009). Efektivnist pasazhirskoi transportnoi Sistemi primiskogo spoluchennya. Kharkiv, 214.

4. Permovsky, A. A. (2011). Passazhyrskye oftransportation. Nizhny Novgorod, 164.

5. Yanovsky, P. O. (2008). Pasazhirski transported. Kiev, 469.

6. Vorobyova, I. B. (2006). Logistics approach to transport passengers in the city. Transport of the Russian Federation, 7, 38–40.

7. Hickman, M. D., Bernstein, D. H. (1997). Transit service and path choice models in stochastic and time-dependent networks. Transportation Science, 31 (2), 129–146. doi: 10.1287/trsc.31.2.129

8. Schmoeker, J. D., Bell, M. G. H., Kurauchi, F. (2008). A quasi-dynamic capacity constrained frequency-based transit assignment model. Transportation Research Part B: Methodological 42 (10), 925–945. doi: 10.1016/j.trb.2008.02.001

9. Nuzzolo, A. (2001). Schedule-based path choice models for public transport networks. Proceedings of Advanced Course on Transit Networks, Rome, 15.

10. Nuzzolo, A., Russo, F., Crisalli, U. (2001). A doubly dynamic schedule-based assignment model for transit networks. Transportation Science, 35 (3), 268–285. doi: 10.1287/trsc.35.3.268.10149

11. The transport system of Ukraine. Available at: <http://reisvoer.com/news/118-transport-system>

12. Halushko, V. G. (1976). Probabilistic and statistical methods by car. Kiev, 232.

Дата надходження рукопису 27.03.2015

**Григорова Тетяна Михайлівна**, кандидат технічних наук, докторант, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: [tagrigorova@yandex.ru](mailto:tagrigorova@yandex.ru)

**Давідіч Юрій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61005

E-mail: [kafedra\\_tsl@ukr.net](mailto:kafedra_tsl@ukr.net)

**Доля Віктор Костянтинович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедрою, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61005

УДК 65.011.56

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.40224

## МЕТОДОЛОГИЯ И МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

© Е. П. Павленко, Я. С. Елецкий

*Рассмотрена проблема оценки качества сложных программных систем. Исследованы основные модели оценки качества и надежности программных средств, а также проведен анализ достоинств и недостатков существующих моделей. С целью разработки единого методологического подхода к оценке качества ПО и эффективности его применения предлагается применить основные положения квалиметрии. Предложены ряд количественных и качественных моделей оценки качества ПО*

**Ключевые слова:** программное обеспечение, надежность, качество, квалиметрия, показатель качества

*The problem of quality estimation of the difficult program systems is considered. The basic models of estimation of quality and reliability of software are investigated, and also the analysis of advantages and disadvantages of existent models is conducted. With the purpose of development of the single methodological approach to the evaluation of software quality and efficiency of its application it is offered to apply the substantive provisions of qualimetry. Some quantitative and qualitative models of estimation of quality software are offered*

**Keywords:** software, reliability, quality, qualimetry, quality index

### 1. Введение

Стоимость программного обеспечения (ПО) при разработке информационных систем (ИС) достигает 80 процентов, в связи с чем создание ненадежно-

го, некачественного ПО приводит к необоснованному расходованию средств и к тому, что крупные проекты не окупаются вследствие необходимости исправления ошибок в ПО.