

Лановий О.Т., к.т.н.

НТУ, м. Київ

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ В ЄДИНІЙ ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ ДЕРЖАВИ

У роботі проводиться моделювання розвитку функціонування мережі автомобільних доріг загального користування в єдиній транспортній системі держави. Розроблені моделі служать ілюстрацією одного з найважливіших принципів теорії соціально-економічної ефективності та прогнозування стану соціально-орієнтованої ринкової економіки, що полягає в необхідності спільного урахування рівноваги матеріальних і вартісних потоків при відтворенні сукупних суспільних благ.

Проблема, що розглядається

Підвищення рівня автомобілізації та виникнення на автомобільних дорогах України транспортних потоків високої інтенсивності вимагають підвищення їх транспортно-експлуатаційного рівня й подальшого розвитку мережі автомобільних доріг. Останнє стримується високою вартістю дорожнього будівництва та усе зростаючою вартістю зайнятих автомобільними дорогами земель. Тому особливо актуальним є питання правильного розподілу вкладень фінансових, матеріальних та трудових ресурсів у дорожнє будівництво та подальше утримання автомобільних доріг, що забезпечує економічні та безпечні умови руху транспортних потоків [1 – 6].

Задача синтезу моделей раціонального розвитку транспортних систем, що входять до єдиної транспортної системи країни, може бути загальною описана наступними етапами:

- формулювання вимог до процесу перетворення матеріально-речовинних входів у виходи, що реалізуються системою;
- визначення елементів системи та відомих їх характеристик;
- визначення структури системи, її елементів і параметрів управління цією системою.

Якісні основи оптимізації соціально-економічної ефективності функціонування автомобільних доріг

Використання якісних положень розвитку соціально-орієнтованої ринкової економіки дозволяє формально описати її як цілеспрямовану керовану систему. Поняття регульованої системи є більш широким у порівнянні з цілеспрямованим управлінням.

Об'єктивним підґрунтям для встановлення цілей розвитку суспільства служить рівень і структура суспільних потреб (сукупного попиту), що не є апіорно заданими і відомими. Вони залежать від суспільного розвитку і структури економіки, масштабів залучення в економіку природних ресурсів, соціальної структури суспільства. Водночас, суспільні потреби мають закономірності власного розвитку, що визначають постановку цілей розвитку соціально-орієнтованої ринкової економіки.

Аналіз процесу відношень як діалектичної єдності суспільних потреб і виробничих можливостей суспільства (рівноваги сукупних попиту та пропозиції) розкриває роль суспільних потреб (ідеального компонента соціально-економічної підсистеми) як уяви майбутнього стану системи, що є ідеальним відображенням поточного стану.

У визначеному сенсі, якщо еволюція структури суспільних потреб є об'єктивною закономірністю, то постановка й оцінка конкретних цілей розвитку суспільства є сполучений

процес, сутність котрого виражається в основних закономірностях, що вказують загальний напрямок розвитку економіки.

Співвідношення суспільних потреб і можливостей характеризується внутрішньою суперечливістю на кожний інтервал часу. Аналіз цього відношення призводить до формування поняття дефіциту соціально-економічного відтворення. Очевидно, що якби суспільство мало у своєму розпорядженні необмежені ресурси, то проблеми управління і, тим більше, оптимального управління (оптимального розподілу ресурсів) взагалі б не існувало.

Дефіцит соціально-економічного відтворення у самому загальному вигляді є економічним поняттям, що характеризує співвідношення сукупного суспільного попиту і виробничих можливостей (сукупної пропозиції). Дефіцит соціально-економічного відтворення аж ніяк не означає неможливість усе більш повного задоволення суспільних потреб, навпроти, це передбачається, оскільки безупинно зростають виробничі можливості при оптимальному управлінні завдяки новим технологіям і матеріалам.

Проте, на кожний інтервал часу дефіцит матеріальних благ об'єктивно відбиває не малі розміри виробництва в абсолютному вираженні, а обмеженість виробничих можливостей щодо сукупного суспільного попиту.

Системний аналіз механізму функціонування економіки можливий, якщо встановлена міра для порівняння, зіставлення і виміру економіки як цілісної і складної системи. Питання про наявність міри економічних явищ і тлумачення її природи є одним із найбільш гострих і дискусійних питань сучасної теорії економіки. Якщо припустити можливість зіставлення та ранжирування різноманітних суспільних потреб, то, напевно, економічна природа міри повинна бути іманентна структурі суспільних потреб.

Розвиток подібного положення логічно призводить до вибору в якості міри сукупних суспільних потреб суспільну корисність різноманітних матеріальних благ і послуг, що задовольняють сукупні суспільні потреби, наприклад, суспільну споживчу вартість мережі автомобільних доріг.

Відзначимо, що важливо встановити принципову можливість порівняння різноманітних споживчих благ, тобто безпосереднього зіставлення корисних ефектів і витрат у процесі соціально-економічного відтворення. Потреба у подібному порівнянні є одним із кардинальних питань формалізації соціально-економічного відтворення, побудови цільової функції і соціально-економічного критерію оптимальності.

Суспільна корисність відтворених благ як міра суспільних потреб є логічним розвитком одного з найважливіших положень методології соціально-економічного аналізу, що полягає у визнанні первинності матеріально-речовинних зв'язків і пропорцій у процесі соціально-економічного відтворення. З визнання первинності матеріально-речовинних зв'язків походить необхідність вибору в якості міри такого фінансово-економічного відношення, що було б внутрішньо властиве руху різноманітних матеріальних потоків. Це відноситься й до порівняння різноманітних суспільних потреб, оскільки потреби задовольняються в залежності від визначених рівнів виробничих можливостей суспільства.

Це означає, що дослідження структури цін і ціноутворення, фінансово-кредитного механізму можливе в тісному зв'язку з дослідженням руху матеріальних потоків відтворення, а також у залежності від останніх. Звісно, ціновий і фінансовий механізми мають специфіку свого власного розвитку й не є простим відображенням структури матеріально-речовинних зв'язків і пропорцій. Тому положення про первинність матеріально-речовинних зв'язків і задоволених матеріальних потреб потрібно розуміти так, що вони є домінуючою підсистемою економіки, пояснення структури та ролі, яка допомагає (але не заміняє) виявлення ролі й властивостей інших підсистем.

З іншого боку, ізольований розгляд фінансового і фондового ринків як самостійних явищ (отже, систем) є методологічно невірним, тому що при цьому з аналізу випадають істотні зв'язки, що визначають засіб функціонування економіки в цілому як системи. Можна ка-

зати, що одним із результатів синтезу оптимальних управлінь в економіці є доказ необхідності спільного і збалансованого прогнозування на перспективу матеріально-речовинних і фінансових потоків.

Прийmemo у якості соціально-економічного критерію оптимальності функцію:

$$u = u(v, c), \quad (1)$$

яка характеризує ступінь задоволення суспільних потреб. Задоволення суспільних потреб залежить від обсягу та структури чистого національного продукту, поданого n -мірним вектором V , а також обсягу та структури національного доходу m -мірного вектора C . Будемо поки вважати, що вони не залежать від часу. Нехай далі $U(V, C)$ — опукла нагору скалярна функція векторних аргументів V і C , прийнятих, відповідно, в якості входів і виходів системи. У статичній моделі вони пов'язані векторно-матричним рівнянням:

$$f(V, C) = 0, \quad (2)$$

що характеризує систему технологічних (ресурсних) обмежень, обумовлених матеріальними можливостями задоволення суспільних потреб. Будемо вважати, що таких ресурсів n , тоді f є n -мірна функція.

При зазначених умовах знайдемо значення чистого національного продукту V і національного доходу C , що максимізують задоволення суспільних потреб. Вони визначаються з такої системи рівнянь:

$$f(V, C) = 0 \quad \text{за умови} \quad U(V, C) \rightarrow \max, \quad (3)$$

яка, як відомо, може бути вирішена за допомогою методу невизначених множників Лагранжа, причому останні можуть бути тлумачені економічно.

Побудуємо функцію Лагранжа:

$$L(V, C, \lambda) = U(V, C) - \lambda, f(V, C),$$

де λ — n -мірний вектор множників Лагранжа, $(\lambda, f(V, C))$ — скалярний добуток λ та f .

Максимум функції $U(V, C)$, що є також максимумом функції L , визначається з рішення такої системи рівнянь:

$$\begin{aligned} L / V &= U_v - \lambda f_v = 0; \\ L / C &= U_c - \lambda f_c = 0; \\ L / \lambda &= f(V, C) = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

де U_v та U_c — вектори перших похідних функцій $U(V, C)$ відповідно по V та C ; f_v та f_c — матриці перших похідних векторної функції f по тих же векторах.

Наприклад:

$$U_v = (U/V_1, U/V_2, \dots, U/V_n); \quad f_v = (f_1/V_1, f_1/V_2, \dots, f_1/V_n); \quad (f_n/V_1, f_n/V_2, \dots, f_n/V_n).$$

Система (4) містить $2n+m$ рівнянь із $2n+m$ невідомими. Її рішення визначає шукану точку умовного екстремуму. Визначимо із першого рівняння вектор

$$\lambda = U_v f_v^{-1} f_c, \quad (5)$$

і, підставивши його в другий, отримаємо необхідну умову оптимальності у вигляді

$$U_c - U_v f_v^{-1} f_c = 0, \quad (6)$$

який задовольняє обмеженням задачі.

Водночас відзначимо, що вектор невизначених множників задовольняє також співвідношенню

$$\lambda = U_c f_c^{-1}. \quad (7)$$

Тому з (5) і (7) необхідно, щоб

$$\lambda = U_f = U/f. \quad (8)$$

Таким чином, вектор λ визначає розміри критерію оптимальності, що викликаються змінами (нескінченно малими) обмежень по ресурсах. Оскільки функція $U(V, C)$ показує ступінь задоволення суспільних потреб, тобто служить мірою ефективності виробництва суспільних благ, а $f(V, C)$ характеризує виробничі можливості суспільства, то в розглянутій моделі вектор λ має сенс оцінок ресурсів (цін), використання яких реалізує соціально-економічний оптимум.

Критерії оптимізації соціально-економічного розвитку суспільства

В реальних економічних умовах суспільство постійно вибирає різноманітні набори суспільних потреб, тобто робить зіставлення та ранжирування якісно різнорідних, як за обсягом, так і за структурою, суспільних потреб. Тому припущення про наявність єдиного вектора суспільних потреб буде природним узагальнити й вважати, що є заданою множина таких векторів (наборів). Таким чином, задача оптимізації соціально-економічного розвитку зводиться до вибору, по-перше, матеріальних благ, що найкраще відповідають суспільним потребам (суспільному попиту), й, по-друге, шляхів і засобів реального задоволення суспільних потреб, тобто виробництву визначеного обсягу та структури необхідних матеріальних благ.

Процес виробництва та результати відтворення суспільних благ, насамкінець, виражаються в усе більшому ступені задоволення сукупного попиту. У якості загальної цілі розвитку соціально-орієнтованої ринкової економіки варто прийняти об'єктивну міру задоволення сукупного попиту суспільних благ.

У даний час пропонується порівняння споживчих благ із погляду міри задоволення суспільних потреб, тобто їх загальної корисності.

Формальним узагальненням аналізу соціально-економічних закономірностей є припущення існування функції суспільної корисності, що задана на множині потреб. Іншими словами, стверджується, що існує функція

$$\pi = \pi(q), \quad (9)$$

де q — вектор суспільних потреб; $\{q\} = Q$ — кінцева множина векторів (наборів) суспільних потреб.

Існування функції суспільних потреб (суспільної корисності) є посиленою вимогою упорядкованості елементів множини Q відношеннями переваги.

Суспільні потреби змінюються у часі, тому можна думати, що функція суспільної корисності залежить від вектора суспільних потреб і змінюється з часом:

$$\pi = \pi(q, t). \quad (10)$$

У якості загальної цілі соціально-економічного розвитку варто вибрати значення, що є максимальним на множині структур споживання $Q = \{q\}$. На даному етапі вибору, проте, ще не приймається до уваги, яким чином є можливою реалізація поставленої цілі. Для вибору цільової функції єдиним обмеженням у цьому випадку є ступінь (міра) знань сукупних потреб суспільства.

Отже, на множині потреб Q ціль розвитку виробництва (пропозиції благ) має наступний вираз

$$\pi(t) = \max \pi(t, q). \quad (11)$$

Через те, що вибір значення $\pi(t)$ на множині Q потреб відбувається без урахування їх реального задоволення, то варто визначити функцію $\pi(t)$ як характеристику повного задоволення суспільних потреб.

З аналізу загальних закономірностей процесу відтворення суспільних благ виходить, що суспільство об'єктивно намагається до максимально можливого задоволення своїх потреб за заданих ресурсів праці, капіталу, природних ресурсів і запасів знань.

Максимально можливе задоволення суспільних потреб може бути виражено як максимізація функції суспільних потреб з урахуванням обмежень у розвитку виробничих можливостей. Очевидно, що граничним випадком максимально можливого задоволення суспільних потреб є повне задоволення сукупних суспільних потреб.

Якщо відбувається повне (гіпотетично) задоволення суспільних потреб, то подібний стан для усякого фіксованого інтервалу часу може існувати тільки як ідеальний, тому що у цьому випадку ніякі поліпшення та зміни в економіці не тільки не потрібні, але й небажані. За таких обставин поняття „поліпшення” втрачає свій сенс, тому що за визначенням кращого стану, ніж стан повного задоволення суспільних потреб, не існує. Отже, економічна система знаходиться у стані динамічної рівноваги, із якого можуть лише її вивести зовнішні збурення. У межах самої економічної системи всілякі стимули у стані рівноваги будуть відсутні, за винятком одного – знаходиться якомога довше у стані динамічної рівноваги. Тому повне задоволення суспільних потреб є стаціонарним станом для соціально-економічної системи.

Можливість задоволення суспільством своїх матеріальних і духовних потреб на кожний інтервал часу обмежені рівнем розвитку продуктивних сил, статевовіковою структурою та чисельністю населення, правами власності, ступенем освоєння природних ресурсів і рівнем розвитку технологій. Ця обмеженість, у кінцевому рахунку, і визначає недосяжність у функції задоволення повних суспільних потреб для кожного інтервалу часу. Іншими словами, реальне задоволення суспільних потреб, обумовлене зазначеними вище чинниками, залежить від рівня розвитку виробництва суспільних благ.

Визначимо функцію реального задоволення суспільних потреб (сукупного попиту) у залежності від виробничих можливостей (сукупної пропозиції) та прийнятого управління системою:

$$\pi = \pi(t, z, w); \quad z^i \in Z; \quad w^j \in W, \quad (12)$$

де Z — множина виробничих можливостей; W — множина управлінь (цілей розвитку).

У межах наших міркувань приймається, що для будь-якого фіксованого моменту функція суспільних потреб $\pi(t)$, що відображає стан повного задоволення сукупних потреб (сукупного попиту), є недосяжною, тобто для кожного моменту t має місце нерівність

$$\pi(t) > \pi(t, z, w). \quad (13)$$

Отже, визначення й прогнозування майбутніх потреб та їх реального задоволення пов'язано з визначенням і прогнозуванням розвитку виробничих можливостей.

Формулювання функцій ідеальної суспільної корисності $\pi(t)$ та реальної суспільної корисності $\pi(t, z, w)$ дозволяє якісно визначити поняття дефіциту відтворення суспільних благ як функціонал виду

$$\delta(z, w) = \int [\pi(t) - \pi(t, z, w)] dt, \quad (14)$$

у якому не відображається, проте, залежність $q = q(z)$, хоча еволюція суспільних потреб визначається соціальним і технологічним потенціалом суспільства.

Таке визначення дефіциту дозволяє визначити його як подолання, як критерій у задачі оптимізації (пошук екстремуму) соціально-економічного розвитку. Критерієм розвитку соціально-орієнтованої ринкової економіки є мінімізація функціоналу $\delta(z, w)$:

$$\delta(z, w) \rightarrow \min. \quad (15)$$

Очевидно, що за фіксованих суспільних потреб мінімізація дефіциту відтворення суспільних благ еквівалентна максимізації реального задоволення суспільних потреб. Таким чином, критерій оптимізації соціально-економічного розвитку можна уявити як

$$\max \int \pi(t, z, w) dt.$$

Для того, щоб у явному вигляді подати залежність реального задоволення суспільних потреб від рівня та структури розвитку виробництва на перспективу, можна скористатися динамічною багатомірною моделлю, яка є системою диференціальних рівнянь першого порядку:

$$\dot{z} = f(t, z, w). \quad (16)$$

Тоді задача оптимізації соціально-економічного розвитку на перспективу може бути записана у такий спосіб.

Знайти такі значення управляючих впливів $w(t)$, щоб максимізувати критерій оптимізації

$$\delta(z, w) = \int \pi(t, z, w) dt$$

за умови

$$dz / dt = f(t, z, w) \quad (17)$$

і заданих деяким чином граничних умов.

Відзначимо також, що критерій оптимальності може бути узагальнений з урахуванням нерівнозначності задоволення потреб у різні моменти часу, а на управляючі впливи можуть бути накладені обмеження.

Завдання критерію оптимізації соціально-економічного розвитку у вигляді функціоналу пов'язано з необхідністю урахування змін динаміки економічної системи. Якщо відвернутися від динамічних закономірностей, то одержимо окремий випадок оптимізації розподілу ресурсів:

$$\max \pi(z, w) \quad \text{за умови} \quad f(z, w) = 0.$$

З іншого боку, на віддалену перспективу важко визначити параметри економічної системи, тому, кращим є оптимізувати розвиток на кінцевих (достатньо великих) інтервалах часу. Таким чином отримаємо:

$$\int \pi(t, z, w) dt \rightarrow \max; \quad (18)$$

$$\dot{z} = f(z, w, t); \quad z(0) = z_0. \quad (19)$$

Економічно така задача означає максимізацію задоволення суспільних потреб на інтервалі $(0, T)$ за умови, що динаміка виробництва суспільних благ описується системою диференціальних рівнянь першого порядку

$$\sum \pi_\tau(z, w) \rightarrow \max;$$

$$\Delta z_\tau = f_\tau(z, w); \quad z_{\tau 0} = z_0.$$

На прикладі безперервної моделі розглянемо, як може вирішуватися подібна задача, тобто знаходження нових управлінь, що задовольняють обмеженням (15) і максимізують функціонал (17). Виклад математичного методу рішення цієї задачі дозволяє встановити факт, який має принципове соціально-економічне значення. Стає зрозумілим, що прагнення до максимального задоволення суспільних потреб, що досягається оптимізацією матеріально-речовинних зв'язків процесу відтворення, є можливим при синхронній оптимізації вартісного відтворення, тобто встановленні рівноважних цін, що відповідають динаміці матеріальних потоків.

Отже, якщо припустити можливість порівняння різних матеріальних благ, що задовольняють сукупні суспільні потреби, то єдиний соціально-економічний критерій оптимальності може бути поданий у вигляді функціоналу:

$$\int L(z, w, t) dt, \quad (20)$$

де $L(z, w, t)$ – функція, через яку позначимо деякий нелінійний загальний вираз, що характеризує ступінь задоволення суспільних потреб з урахуванням нерівноцінності суспільного задоволення у різні моменти часу.

Функція $L(z, w, t)$ може задовольняти різним якісним гіпотезам, наприклад, якщо:

- 1) $L(z, w, t) = \pi(t) - \pi(t, z, w),$
 тоді $\int L(z, w, t) dt \rightarrow \min;$
 2) $L(z, w, t) = \pi(t, z, w),$
 тоді $\int L(z, w, t) dt \rightarrow \max.$

Опишемо траєкторію розвитку економіки системою диференціальних рівнянь

$$dz/dt = Z = f(z, w, t); \quad Z(0) = Z_0,$$

де Z — n -мірний вектор внутрішнього валового продукту; w — m -мірний вектор національного доходу.

В окремому випадку, якщо скористатися безперервною багатомірною динамічною моделлю, то система є лінійною наступного вигляду:

$$dz/dt = K^{-1}(t) [I - A(t)] Z(t) - K^{-1}(t) W(t), \quad (21)$$

де K — коефіцієнт капіталомісткості; Z — вектор валових випусків; A — матриця коефіцієнтів матеріаломісткості; I — одинична матриця; W — вектор національного доходу.

Задача оптимізації може бути сформульована у такий спосіб. Необхідно знайти управління $W(t)$, що задовольняють умовам (21) і максимізують (мінімізують) функціонал (20).

Соціально-економічний сенс такої задачі полягає в наступному. Якщо прогнозувати деяким чином структурні характеристики виробництва на перспективу $[0, T]$, то необхідно вибрати таку сукупність цілей соціально-економічного розвитку $W(t)$ (завдання по обсягу та структурі національного доходу), реалізація яких призведе до зростання вироблених матеріальних благ, що максимально повно задовольняє сукупні суспільні потреби протягом усієї прогнозованої перспективи.

Задоволення суспільних потреб для всього періоду $[0, T]$ залежить від вибору цілей розвитку (управління) $W(t)$ та виробничих можливостей $Z(t)$. Для кінцевого моменту воно не залежить від управління $W(t)$, тому критерій оптимальності можна подати ще у вигляді

$$U = \Phi [Z(T)] + \int L(z, w, t) dt, \quad (22)$$

де $\Phi [Z(T)]$ — показує задоволення суспільних потреб у момент $t = T$, що не залежить від управління $W(t)$.

Для визначення екстремуму функціонала при наявності обмежень

$$F(z, Z, W, t) = 0, \quad (23)$$

необхідно скласти розширений функціонал, подавши підінтегральний вираз у (22) у вигляді функції Лагранжа:

$$L = L - \lambda(t) F. \quad (24)$$

Тоді потрібні умови екстремуму функціоналу (22) визначаються наступною системою рівнянь Ейлера-Лагранжа:

$$\begin{aligned} \partial L / \partial Z - d/dt(\partial L / \partial \dot{Z}) &= 0; \\ \partial L / \partial W - d/dt(\partial L / \partial \dot{W}) &= 0; \\ \partial L / \partial \lambda - d/dt(\partial L / \partial \dot{\lambda}) &= 0, \end{aligned} \quad (25)$$

яка складається з $2n+m$ диференціальних рівнянь із $2n+m$ невідомими. Її рішення та його економічна інтерпретація найчастіше сполучені з відомими труднощами, наприклад, за нелінійних обмежень (23). У таких випадках доцільно перетворити (25) до системи диференціальних рівнянь, поданих у так званій канонічній формі, вираженій через функцію Гамільтона H . При цьому система з K диференціальних рівнянь Ейлера-Лагранжа другого порядку в загальному випадку перетвориться в систему з $2k$ рівнянь першого порядку. Для цього позначимо

$$\partial L / \partial z = p$$

та приймемо

$$H = L + p z. \quad (26)$$

Тоді система рівнянь, що визначає необхідні умови екстремуму функціонала (17), запишеться так:

$$dz/dt = \partial H / \partial p; \quad dp/dt = -\partial H / \partial Z; \quad \partial H / \partial W = 0. \quad (27)$$

Нехай функція (23) має наступний вигляд, що випливає з (21):

$$\begin{aligned} \bar{Z} - f(z, W) &= 0, \\ \dot{L} &= L - \lambda(t) [z - f(Z, W)] \\ H &= L + \lambda z. \end{aligned} \quad (28)$$

отже
та

Через те, що в даному випадку $p = \lambda$, рівняння приймуть вигляд:

$$dZ/dt = \partial H / \partial \lambda; \quad d\lambda/dt = -\partial H / \partial Z; \quad \partial H / \partial W = 0. \quad (29)$$

Система (29) має цілком чіткий соціально-економічний зміст. Перше векторне-матричне рівняння описує оптимальну траєкторію розвитку виробництва суспільних благ за матеріально-речовинним складом. Друге — сполучене рівняння — динаміку оптимальних оцінок, що відповідають руху матеріальних потоків. Величина $\lambda(t)$, яка отримана з рішення цього рівняння, характеризує вплив малих варіацій траєкторії $z(t)$ на розмір екстремуму функціонала (22).

Через те, що обидва рівняння можуть бути вирішені лише спільно, то оптимізація процесу відтворення можлива, якщо існує єдність і взаємозумовленість матеріально-речовинного та ціннісного (цінового, рідкісного, вартісного) аспектів виробництва.

Висновки

Дане моделювання може служити ілюстрацією одного з найважливіших принципів теорії соціально-економічної ефективності та прогнозування стану соціально-орієнтованої ринкової економіки, що полягає в необхідності спільного урахування рівноваги матеріальних і вартісних потоків при відтворенні сукупних суспільних благ.

Список літератури

1. Лановий О.Т. Макроекономічна ефективність функціонування мережі автомобільних доріг загального користування України // Вісник Національного транспортного університету. — К.: НТУ, 2006. — Вип. 11. — С. 122-125.
2. Лановий О.Т. Прогнозування макроекономічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: Наук.-виробн. зб. / АДІ ДонНТУ. — Горлівка, 2005. — № 1. — С. 27 – 30.
3. Лановий О.Т. Оцінка функціонування мережі автомобільних доріг загального користування в єдиній транспортній системі держави // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: Наук.-виробн. зб. / АДІ ДонНТУ. — Горлівка, 2006. — № 2 (3). — С. 29 – 35.
4. Лановий О.Т. Логіко-математичне моделювання функціонування мережі автомобільних доріг та його зв'язок з економікою країни // Вісник Національного транспортного університету. — В 2-х частинах: Ч. 2. — К.: НТУ, 2006. — Вип. 13. — С. 134 – 139.
5. Лановий О.Т. Визначення мультиплікативного ефекту формування національного доходу країни в залежності від обсягів фінансування дорожнього господарства // Коммунальное хозяйство городов. — К.: Техніка, 2007. — Вип. 76. — С. 423 – 431.
6. Лановий О.Т. Формування сучасних показників соціально-економічної оцінки ефективності інвестицій у розвиток транспортних систем // Коммунальное хозяйство городов. — К.: Техніка, 2004. — С. 65 – 73.

Стаття надійшла до редакції 27.12.07
© Лановий О.Т., 2007