

УДК 656.13:

А.О. Белятинський, д.т.н.
Аль-Маайя Ахмад Халіф

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ІНТЕГРОВАНІХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

Національний авіаційний університет, e-mail: mertrans_ua@yahoo.com

Розглянуто методичні основи обґрунтування технологій пасажирських перевезень в інтегрованих транспортних системах.

Ключові слова: управління системами пасажирських перевезень, пасажиропотік, пасажирська кореспонденція, транспортна мережа.

Постановка проблеми

Місце і роль транспортної системи у суспільному виробництві визначені необхідністю пріоритетного розвитку транспорту загального користування з відповідною розгалуженою інфраструктурою для надання всього комплексу транспортних послуг. Згідно з вимогами чинного законодавства України та, для здійснення ефективних транспортних процесів, визначені головні завдання управління в галузі транспорту, які мають забезпечувати своєчасне, повне та якісне задоволення потреб населення і суспільного виробництва в пасажирських перевезеннях. Значним завданням для досягнення цієї мети є здійснення ефективної координації роботи різних видів транспорту загального користування, а саме: авіаційного, автомобільного, водного та залізничного.

Із здобуттям незалежності, Україна відкрила для себе нові горизонти у сфері зміцнення дружніх зв'язків та взаємовигідної міжнародної співпраці у галузі розвитку транспорту для економічного та соціального прогресу, можливості використати переваги авіаційного транспорту для розвитку економіки, зовнішніх торгових та культурних зв'язків та активізації спільних дій щодо координації національних та регіональних транспортних політик. В зв'язку з чим, згідно з транспортною стратегією України, визначено пріоритети розвитку транспорту на довгостроковий період і стратегічні завдання розвитку та функціонування транспортного сектору економіки країни, передбачено розширення міжнародних транспортних зв'язків, ефективне використання транзитного потенціалу країни та інтеграція транспортної системи до світової [1]. Основними цілями розвитку транспортного сектору визначено модернізацію транспортної інфраструктури та рухомого складу для забезпечення зростаючої мобільності населення, забезпечення конкурентоспроможних та якісних транспортних послуг, підвищення екологічності, енергоефективності транспортних процесів та безпеки перевезень пасажирів.

Серед пріоритетів транспортної стратегії щодо авіаційного транспорту є приведення його інфраструктури у відповідність з міжнародними вимогами шляхом сприяння концентрації транзитних перевезень пасажирів через аеропорти України та створення на базі державного підприємства «Міжнародний аеропорт «Бориспіль» провідного вузлового термінального району країни для забезпечення безперебійної роботи під час обслуговування відвідувачів України в період проведення фінальної частини чемпіонату Європи з футболу 2012 року. У зв'язку з чим виникає необхідність вирішення проблем впровадження нових технологій пасажирських перевезень в інтегрованих транспортних системах за рахунок узгоджених дій та взаємодії системи авіаційного транспорту з іншими видами транспорту для його ефективного розвитку та покращання рівня транспортного обслуговування і скорочення витрат часу на пересування користувачів цими видами транспорту.

Важливим засобом впровадження технологій пасажирських перевезень в інтегрованих транспортних системах (далі - ІТС) є створення ефективної системи управління, яка включає організацію і координацію роботи всіх видів транспорту. Вирішенню цих важливих проблем повинно передувати системне, комплексне дослідження процесів управління в ІТС.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Інтегровані транспортні системи відносять до складних систем і тому важливим засобом удосконалення транспортного процесу є створення ефективних методів організації та координації пасажирських перевезень різними видами транспорту [3, 4, 6]. Їх технологічна

взаємодія повинна розповсюджуватись на весь шлях слідування пасажирів від пункту відправлення до пункту призначення, на основі розробки і впровадження прогресивних технологій з використанням інформації про потребу населення в перевезеннях, а саме: здійснення координованого регулювання пасажиропотоків; формування транспортної мережі; раціональний розподіл рухомого складу на визначених маршрутах та ефективну побудову розкладів руху.

Більш дослідженою в теоретичному та практичному аспектах є організація взаємодії різних видів транспорту при виконанні вантажних перевезень, тоді як на пасажирському транспорті у даному напрямку не приділялась належна увага [3, 4, 6]. Проблеми організації та управління процесом перевезень при взаємодії транспортних систем, в основному, розглянуті в роботах Бакаєва О.О., Вельможина А.А., Воронова О.О., Гудкова В.А., Канторовича Л.В., Комарова О.В., Миротина Л.Б., Персианова В.О., Петрова А.П., Резера С.М., Цветова Ю.М. та інших.

Постановка завдання

Мета роботи полягає в задоволенні попиту населення в пасажирських перевезеннях та скорочення їх витрат на пересування при ефективному використанні рухомого складу на основі обґрунтування впровадження технологій пасажирських перевезень в ІТС, а саме координації авіаційного транспорту з автомобільним та залізничним видами транспорту. Для досягнення поставленої мети в роботі мають бути вирішені такі задачі:

- проведення аналізу методів координації з врахуванням необхідності покращання роботи систем окремих видів транспорту у відповідність до вимог сучасного ринку транспортних послуг та розвитку і підтримки нових підходів щодо впровадження технологій пасажирських перевезень в ІТС;
- на основі проведеного порівняльного аналізу методів координації систем окремих видів транспорту здійснити розроблення технології системного аналізу в ІТС;
- на основі дослідження закономірності формування та управління попитом населення на перевезення авіаційним, автомобільним та залізничним видами транспорту побудувати математичну модель функціонування пасажирського маршруту та розробити метод узгодження розкладів руху в ІТС;
- розроблення методики оцінки рівня транспортного обслуговування при взаємодії авіаційного, автомобільного та залізничного видів транспорту в ІТС.

Виклад основного матеріалу дослідження

Встановлено, що системний аналіз започаткований на комплексному підході до вирішення задач координації є єдиною гарантією прийняття рішення близького до оптимального і дійовим та ефективним засобом вирішення складних проблем в різних галузях економічної діяльності. Доведено, що для дослідження технологій пасажирських перевезень в інтегрованих транспортних системах необхідна розробка спеціальної методики проведення системного аналізу з використанням при цьому його основних положень і принципів (рис. 1 та рис. 2), яка повинна враховувати особливості складної системи пасажирських перевезень.

Пасажирські перевезення представлені як координована система, виходячи з розробленої технології системного аналізу транспортного комплексу, постановки задачі координації пасажирських перевезень різними видами транспорту та методики організації та управління пасажирськими перевезеннями в ІТС.

Технологія системного аналізу пасажирських перевезень при взаємодії різних видів транспорту включає вибір структури системи, основних її елементів і функцій управління, організацію взаємодії між елементами, оцінку відповідності обраного варіанту вимогам системи. При цьому проводиться:

- аналіз діючих систем організації за видами транспорту;
- аналіз функціонального складу систем, їх інформаційного, математичного, технічного, організаційного, правового і кадрового забезпечення;
- аналіз форм взаємодії всіх видів транспорту і транспортної системи з суміжними галузями народного господарства;
- визначення функцій і конкретних задач координованої системи;
- обґрунтування критеріїв оптимальності вирішення загальнотранспортних задач.

Розробка методів координації пасажирських перевезень різними видами транспорту здійснена на основі визначення попиту на перевезення, оцінки рівня транспортного обслуговування, математичного моделювання технологій перевезень в ІТС.

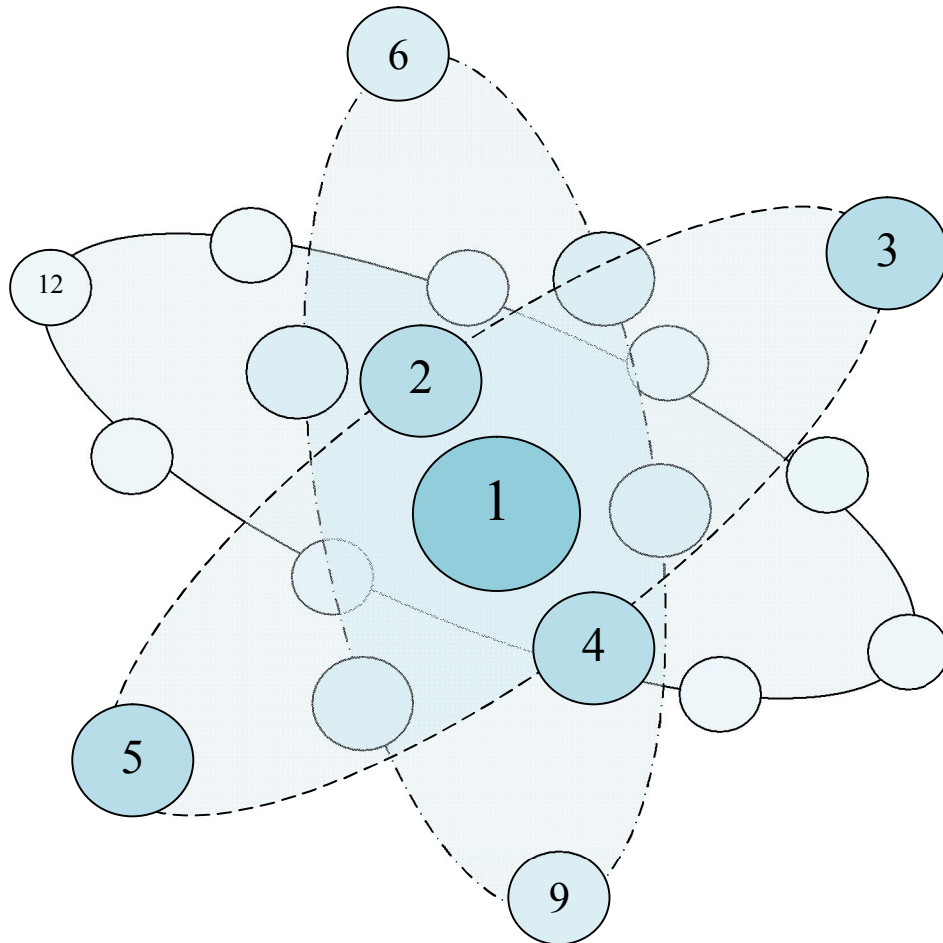


Рис. 1. Система удосконалення транспортного обслуговування

Пояснення до рисунку 1: *основоположний принцип*: 1 – задоволення попиту населення на перевезення; *визначальні принципи*: 2 – врахування якості транспортного обслуговування; 3 – відповідність провізної здатності системи величині та коливанням попиту; 4 – своєчасність перевезень; 5 – віднесення до сфери послуг; *забезпечуючі принципи*: 6 – фінансова достатність розвитку системи; 7 – оптимізація структури парку транспортних засобів; 8 – диференціація тарифів за рівнем якості транспортного обслуговування; 9 – досконалість правового врегулювання [2, 5]; 10 – системна безпечність пасажирських перевезень; 11 – комерціалізація та конкурентоспроможність; *принципи узгодження*: 12 – реалізація логістичного підходу; 13 – загальна координація функціонування окремих видів транспорту; 14 – комплексність технологічного забезпечення; 15 – кваліфікаційна відповідність персоналу; 16 – уніфікація звітності та введення єдиного квитка на проїзд; 17 – упорядкування взаємовідносин; 18 – єдність процесу управління; 19 – автоматизація процесу управління; 20 – циклічна замкненість процесу управління.

Аналіз закономірностей формування попиту на пасажирські перевезення в ІТС показав статистичну неоднорідність, нестійкість вихідної інформації, недостатність обсягу вибірки, апріорно невідому залежність між прогностичним параметром і факторами, що його визначають, а також обмеженість кількості факторів, відносно яких є дані. Ці недоліки можна подолати та одночасно підвищити точність інформації про попит на основі комплексного його визначення з використанням автоматизованої системи обліку пасажирів на авіаційному транспорті з наступним розподіленням отриманої вихідної інформації про пасажиропотоки на залізничний

та автомобільний види транспорту, що дозволяє спрогнозувати з великою вірогідністю подальші пересування пасажирів з аеропорту зазначеними видами транспорту у міському, приміському та міжміському сполученнях.

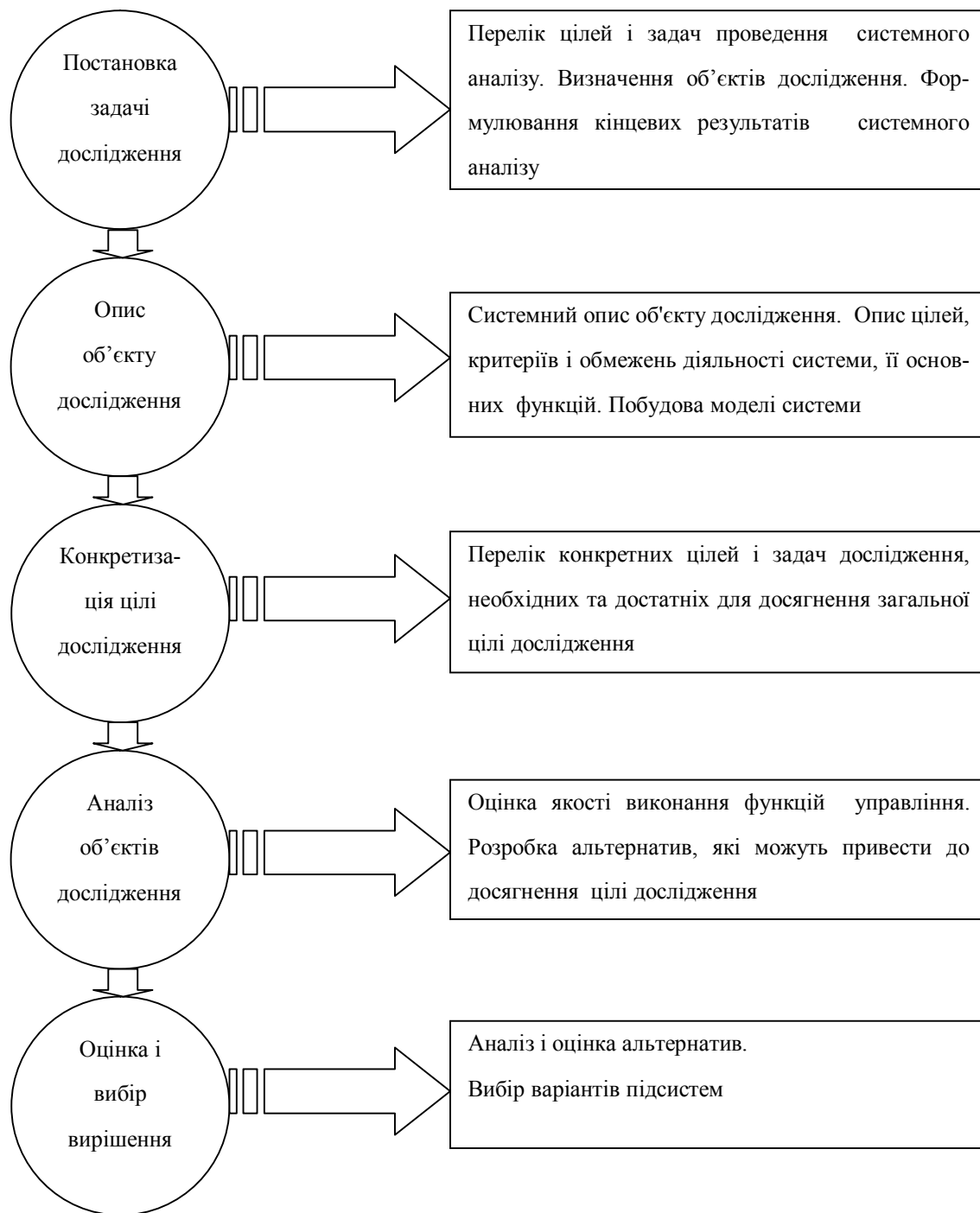


Рис. 2. Основні етапи системного аналізу транспортного комплексу

Виходячи з того, що базою побудованої динамічної моделі пасажирських перевезень є заздалегідь відомі дані про пасажиропотоки та кореспонденції, була запропонована модель прогнозування, яка орієнтована на функціонально-імовірнісні властивості вихідної інформації, що одержувалась за допомогою розробленого статистично-облікового методу. Цей метод передбачає обробку помаршрутних (повагонних) даних про пасажирські кореспонденції для регулярних рейсів за бортовою інформацією отриманою в «он-лайн» режимі з врахуванням особливостей вимог пасажирів до рівня якості та вартості наданого подальшого транспортного

обслуговування з аеропорту, їх прагнення до мінімізації середніх витрат часу на загальне пересування.

При вирішенні задач координації перевезень в ІТС рівень транспортного обслуговування пасажирів визначався за інтегральним критерієм, який враховує вартість поїздки та загальні витрати часу на її здійснення. Кожна поїздка пасажирів характеризувалась певними витратами часу на рух ($t_{рух}$), тривалістю оформлення проїзних документів ($t_{оф}$), доставки до місця посадки ($t_{досм}$), часу відпочинку ($t_{відп}$), переходу державного кордону ($t_{ок}$), пересадки на інший вид транспорту ($t_{пер}$), тобто загальна тривалість пересування становить

$$T_n = t_{рух} \oplus t_{оф} \oplus t_{досм} \oplus t_{відп} \oplus t_{ок} \oplus t_{пер}.$$

Характеристика імовірності стану системи транспортного обслуговування пасажирів при перевезенні пасажирів в ІТС представлена матрицею

$$P = \left| p_j \times q_j \times p_{oj} \right|,$$

де p_j , q_j , p_{oj} – імовірності відповідно того, що будуть мати місце витрати часу за j – м елементом, витрати часу відсутні, в обслуговуванні відмовлено.

Структура математичної моделі процесу перевезень пасажирів (рис. 3) представлена виходячи з умов наявності витрат часу за вказаними вище елементами.

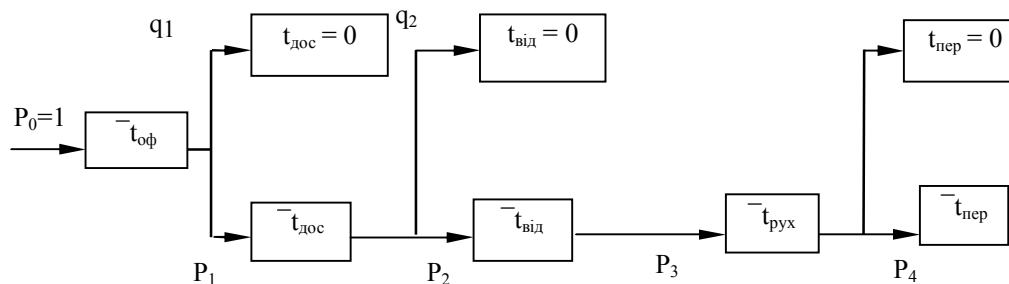


Рис. 3. Структура математичної моделі процесу перевезень пасажирів

Розроблена методика оцінки рівня транспортного обслуговування в ІТС використовувалась для характеристики його існуючої величини та визначення перспектив розвитку системи пасажирських перевезень.

Для координації перевезень на маршрутах різних видів транспорту була побудована модель, яка враховує взаємодію транспортних одиниць між собою та пасажиропотоками у вигляді циклічної системи масового обслуговування. Прийнято, що потоки обслуговування на всіх фазах пуасонівські, із щільністю, що залежить від довжини черг перед цими фазами. Одержані залежності дають можливість визначити необхідну кількість рухомого складу на визначених маршрутах та елементи розкладу руху за умовами задоволення попиту на перевезення.

Показано, що розклад руху при обмеженнях на ресурси повинен задовольняти інтереси всіх учасників транспортного процесу (замовники транспортних послуг, перевізники різних форм власності та пасажирів), які знаходяться у постійному протиріччі. В зв'язку з тим, що задача не піддається повній математичній формалізації та ітераційні процедури її вирішення включають як формальні, так і неформальні етапи, був запропонований імітаційний метод узгодження розкладів руху у діалоговому режимі між оператором та ПЕОМ (рис. 4).

У загальному вигляді технологія побудови та узгодження розкладів руху передбачає формулювання задачі, визначення критерію та обмежень, конструювання алгоритму побудови розкладу руху з стандартних блоків оператором, з подальшою передачею управління ПЕОМ; взаємодію оператора та ПЕОМ в процесі пошуку рішення; оцінку оператором одержаних рішень; при незадовільному вирішенні задачі шляхом зміни критерію або обмежень, конструюється новий алгоритм.

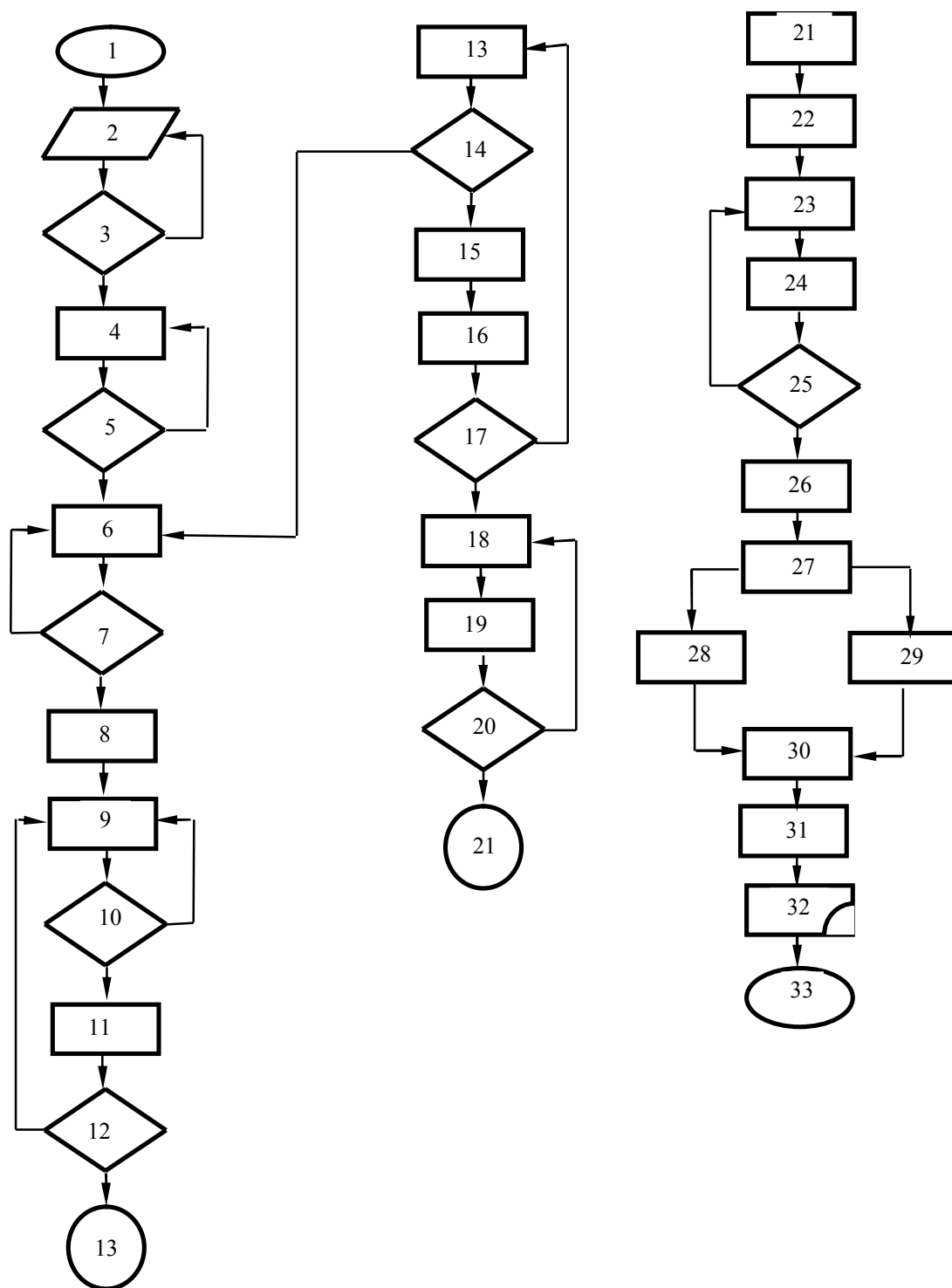


Рис. 4. Блок-схема формування та узгодження розкладів руху

Пояснення до рис. 4: 1-початок; 2-введення вихідних даних; 3-перевірка вихідної інформації; 4-підготовка даних для обчислювання; 5 перевірка $S_i < 1, i=0, m_0-1, \tau^* > q$; 6-запис знайдених S_i та τ^* ; 7-аналіз знайдених значень S_i та τ^* ; 8-формування загального масиву значень S_i та τ^* ; 9-визначення мінімального $N=N^*$, для якого виконується нерівність $\tau^* \geq \tau_N(\tau_i^{\text{пер}}=q, \tau_i^{\text{зуп}}=S_i \tau^*)$; 10-перевірка $N \geq N^*$; 11-розрахунок $t_{(N)}^{(1)}=t_{(N)}(\tau_i^{\text{пер}}=q, \tau_i^{\text{зуп}}=S_i \tau^{(1)})$; 12-перевірка $t_{(N)}^{(1)} \geq t_N^{(0)}$; 13-розрахунок геометричної сходимості при $W^*=q, W^*=\tau^*, t_N^{(0)}=(W^*+W^*)/2$; 14-перевірка $t_N^{(1)} < t_N^{(0)}$; 15-розрахунок складових критерію $T_N^{(0)}$; 16- розрахунок інтегрального критерію; 17- перевірка $\Xi^*(N > (1+DN)q)$; 18- розрахунок N , для якого виконується

$$\hat{N} = \frac{\tau}{q} N^* + \frac{1}{D} \left(\frac{\tau}{q} - 1 \right);$$

19-розрахунок параметрів $\tau^{\text{зуп}}$ та $\tau^{\text{пер}}$ ($\tau_i^{\text{зуп}} = S_i t_{(N)}$, $i=0, m_0-1$, $\tau_i^{\text{пер}}=q$, $i= m_0, m$); 20-перевірка $N < N^*$; 21-формування загального масиву; 22-визначення часу початку і закінчення рейсу; 23-визначення часу початку і закінчення кожного наряду; 24-вибір форм організації праці за ЄУТР; 25-перевірка $\tau^{\text{приб}} > \tau^*$; 26-складення наряду роботи водіїв; 27-графоаналітичний розрахунок розкладу руху; 28, 29-інтерактивна оцінка розкладу руху та у діалоговому режимі; 30-розрахунок станційного, маршрутного та розкладу руху для водіїв; 31-формування архиву розкладів руху; 32-друк; 33-кінець (де S – функція від пасажиропотоку та кількості транспортних одиниць на станції; i – індекс станції; m – кількість перегонів; τ – витрати часу пасажирів на вхід/вихід до/з транспортного засобу; q – нормативні витрати часу; N – кількість транспортних одиниць; t – елементи витрат часу на транспортне обслуговування; W – інтенсивність фази транспортного обслуговування; D – характеристика регулярності руху).

Висновки і перспективи подальших досліджень

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що вперше, на основі формування системних засад моделювання процесів управління пасажирськими перевезеннями, розроблено методи і моделі стосовно ефективної взаємодії різних видів транспорту в ІТС, а саме авіаційного, автомобільного та залізничного видів транспорту.

Запропонована модель прогнозування, яка орієнтована на функціонально-імовірнісні властивості вихідної інформації, що одержується за допомогою розробленого статистично-облікового методу та передбачає обробку помаршрутних (повагонних) даних про пасажирські кореспонденції для регулярних рейсів за бортовою інформацією отриманою в «он-лайн» режимі з врахуванням особливостей вимог пасажирів до рівня якості та вартості наданого подальшого наземного транспортного обслуговування з аеропорту, що дозволяє оптимальне використання рухомого складу та мінімізувати середні витрати часу на загальне пересування пасажирів.

Також, реалізована математична модель маршруту для обґрунтування його траси та узгодження розкладів руху різних видів транспорту в ІТС та розроблена методика оцінки рівня транспортного обслуговування пасажирів різними видами транспорту в ІТС.

Список литературных источников

1. Аль-Маайя Ахмад Халіф. Перспективи України в програмах ЄС / Аль-Маайя Ахмад Халіф // Проблеми транспорту: Збірник наукових праць: - Вип. 7. – К.: НТУ, 2010. – С. 255-259.
2. Аль-Маайя Ахмад Халіф. Дослідження нормативно-правової бази в системах окремих видів транспорту / Аль-Маайя Ахмад Халіф // Вісник Інженерної академії України. - 2010. № 3-4 - С. 151-155.
3. Вельможин А.В., Гудков В.А., Миротин Л.Б. Теория транспортных процессов и систем: Учебник для вузов. – М., Транспорт, 1998. – 167 с.
4. Дума І.М. Основи управління регіональним розвитком (сфера транспорту). – Л.: Поліграфічний центр «ДПА ДРУК», 2003. – 550с.
5. Правове регулювання сфери транспорту в Європейському Союзі та в Україні // За ред. к. е. н. В. Г. Дідика. – У 2-х томах: Том 2. – К.: ТОВ «Ніка-Принт», 2006. – 952 с.
6. Резер С.М. Взаимодействие транспортных систем / Резер С.М. -М.: Наука, 1985. – 246 с.