

УДК 005:656.072

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ СУПУТНИКОВОЇ НАВИГАЦІЇ ПРИ РОЗВИТКУ ПАСАЖИРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ ШВИДКІСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кандидати техн. наук В. В. Кулешов, Г. В. Шаповал, інженер А. В. Кулешов, магістранти С. О. Громов, Є. М. Лисенко

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ ПРИ РАЗВИТИИ ПАССАЖИРСКОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ СКОРОСТНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Кандидаты техн. наук В. В. Кулешов, А. В. Шаповал, инженер А. В. Кулешов, магистранты С. А. Громов, Е. Н. Лысенко

IMPROVEMENT OF SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF PASSENGER COMPLEX UNDER THE CONDITIONS OF HIGH SPEED TRANSPORT

Ph.D. (Candidates of Techn. Scien.) V. Kuleshov, A. Shapoval, Engineer A. Kuleshov, master student S. Gromov, Ye. Lysenko

Розглянуто впровадження на залізничному транспорті України «Автоматизованого робочого місця ведення контрольних GPS-точок» (АРМ РКТ) для роботи з множиною контрольних точок, за якими здійснюється прив'язка геодезичного місцезнаходження рухомих одиниць до об'єктів інфраструктури залізничної мережі в умовах розвитку систем супутникової навігації. У зв'язку зі змінами в роботі пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях для зручності навігації користувачів залізничних послуг запропоновано додатковий комплекс господарських об'єктів. Розроблений комплекс моделей тривалості відправлення на напрямок, обіг пасажирського швидкісного поїзда, потрібної кількості составів пасажирського швидкісного поїзда власності оператора вагонів. Запропонована технологія забезпечує скорочення тривалості знаходження вагонів на станції, тобто має ресурсозберігаючу спрямованість.

Ключові слова: вагон, навігація, модель, пасажир, перевезення, станція, супутник, система, технологія, точки.

Рассмотрено внедрение на железнодорожном транспорте Украины «Автоматизированного рабочего места ведения контрольных GPS-точек» (АРМ РКТ) для работы с множеством контрольных точек, по которым осуществляется привязка геодезического местонахождения подвижных единиц к объектам инфраструктуры железнодорожной сети в условиях развития систем спутниковой навигации. В связи с изменениями в работе пассажирского комплекса при внедрении скоростных перевозках для удобства навигации пользователей железнодорожных услуг предложен дополнительный комплекс хозяйственных объектов. Разработан комплекс моделей продолжительности отправления на направление, обращения пассажирского скоростного поезда, необходимого количества составов пассажирского скоростного поезда собственности оператора вагонов. Предложенная технология обеспечивает сокращение продолжительности нахождения вагонов на станции, т.е. имеет ресурсосберегающую направленность.

Ключевые слова: вагон, навигация, модель, пассажир, перевозка, станция, спутник, система, технология, точки.

In order to work with a set of control points on which the geodetic location of mobile units is linked to the objects of the railway network infrastructure, the introduction of the "Automated work place for control GPS points" (ARM RKT) in the conditions of the development of satellite navigation systems was considered on the Ukrainian railway transport. In the workstation, the types of points with which it implements the robot are shown. ARM RKT uses aerospace images of the Google Maps system. The objects of the ARM RKT polygon are the station; distillation; locomotive depot. Changes in the work of the passenger complex during high-speed transportation have occurred. An additional set of economic objects is proposed for the convenience of navigation of users of railway services. The complex of models of the duration of departure for a direction, the circulation of a passenger high-speed train, the required number of trains of a passenger high-speed train of a wagon operator's property was developed in the article. In the paper, a technology is proposed that provides a reduction in the duration of the wagons in the station, i.e. has a resource-saving focus.

Keywords: navigation, model, passenger, points, station, satellite, system, wagon, technology, transportation.

Вступ. Впровадження високошвидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України перебуває в стадії поділу пасажирського та вантажного руху. Із загальної експлуатаційної мережі ПАТ «Укрзалізниця» (УЗ) (22,05 тис. км) 67,5 % становлять одноколіїні ділянки, 32,5 % – дво- і триколіїні. Електрифіковано 42,3 % протяжності залізниць, 60,7 % – обладнано пристроями автоматичного регулювання руху поїздів, 62 % – мають безстикovu колію, системами електричної централізації обладнано 72,9 % усіх стрілочних переводів [1].

Навігаційні супутникові системи: США – GPS, європейська – Galileo, російська – ГЛОНАС і китайська – Beidou сьогодні активно застосовуються в багатьох областях.

На залізничному транспорті України впроваджуються автоматизовані робочі місця «Ведення контрольних GPS-точок» (АРМ РКТ). Функції та інтерфейс АРМ РКТ дозволяють виконувати контроль за проходженням контрольних точок локомотивами та іншими рухомими транспортними одиницями, який здійснюється за допомогою бортових пристроїв системи супутникової навігації (СН). В подальшому ця система може надавати багато корисної інформації для підвищення ефективності та оперативного

керування перевізним процесом. Геодезичні координати СН пов'язують контрольні точки із залізничними координатами в Єдину автоматизовану систему керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ-Є) [1-3].

Інтерфейс АРМ РКТ включає роботу як з елементами інфраструктури залізниць, так і з картографічними зображеннями поверхні Землі. Контрольні точки мають прив'язуватися до об'єктів інфраструктури залізничної мережі. Інформація по точках містить певні дані щодо цих об'єктів і, відповідно, ці дані мають змінюватися, коли змінюються відповідні атрибути цих об'єктів. В ідеальному випадку такі зміни в точках повинні були б здійснюватися автоматично в рамках коригування певних атрибутів не точок, а тих об'єктів, на які точки посилаються. Але в поточній версії АСК ВП УЗ-Є цей підхід ще не реалізований.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В нормативних документах [1-3] при організації перевезень докладно не враховані застосування методів моделювання роботи пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях в умовах розвитку інформатизації. В роботі [4] проаналізовано вплив технічного оснащення і технології роботи пасажирського комплексу на ефективно

обслуговування составів. На основі побудованого орієнтованого графа розраховано основні параметри сітьової моделі мережі. У статті [5] досліджуються питання удосконалення інформаційно-керуючої системи залізниць в умовах інтероперабельності шляхом формування дворівневої структури управління. У роботах [6-8] розглянуто питання удосконалення інформаційної технології роботи з вагонами різних форм власності з метою оптимізації пропускну здатності, автоматизованих систем пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях в умовах розвитку систем супутникової навігації. Але не враховується розробка комплексу моделей пасажирського господарства у сучасних умовах. У статтях [9-11] виконано аналіз упровадження швидкісного залізничного руху в Україні, моделювання пасажирських поїздопотоків високошвидкісних залізничних магістралей, дослідження функціонування пасажирської станції на основі теорії систем. У роботі [12] розглянуто кореляцію мережі, моделі випадкових графів, зростання мережі та пріоритетного приєднання, а також динамічні процеси, що відбуваються в мережах. Документ [13] пропонує для підприємств швидкісного руху модель оптимізації стратегічного планування, яка зосереджена на двох ключових рішеннях: розташування станції, лінійного планування перевезень та складу парку. У роботі [14] досліджуються питання впливу на проміжні області між великими містами та створення потенційних транскордонних міжрегіональних послуг. Але не розглядається впровадження на залізничному транспорті автоматизованих робочих місць в умовах розвитку систем супутникової навігації. Тому потребують розв'язання питання удосконалення систем супутникової навігації в умовах розвитку пасажирського комплексу при швидкісних

перевезеннях при застосуванні методів моделювання технології пасажирських швидкісних перевезень, яка ґрунтується на основі використання технічних засобів пасажирських комплексів з оптимізацією їх основних параметрів.

Визначення мети та завдання дослідження. Мета дослідження – удосконалення систем супутникової навігації в умовах розвитку пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях. Реалізація цієї мети можлива при постановці і розв'язанні таких завдань: аналіз проходження коліями УЗ швидкісних поїздів Філії «Українська залізнична швидкісна компанія» УЗ; аналіз варіантів покращення взаємодії АСК пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях з метою підвищення ефективності оперативної роботи; визначення моделей роботи АСК пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях.

Основна частина дослідження. На сьогодні парк рухомого складу Філії «Українська залізнична швидкісна компанія» УЗ (УЗШК) складається із 10 електропоїздів виробництва компанії «Hyundai Rotem» (Республіка Корея), двох поїздів локомотивної тяги виробництва ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» (КВБЗ), двох двосистемних електропоїздів Екр-1 виробництва КВБЗ.

Мережа маршрутів УЗШК об'єднує Київ з найбільшими промисловими, культурними та курортними центрами України: Запоріжжя, Дніпро, Харків, Львів, Тернопіль, Трускавець та Одеса. В графіку руху УЗШК на 2017 р. передбачені 12 пар швидкісних (до 160 км/год) поїздів категорії «Інтерсіті+». Також, курсують дві пари швидкісних поїздів категорій «Інтерсіті». Аналіз прослідкування коліями ПАТ «Укрзалізниця» та маршрутно-швидкості поїздів УЗШК за графіком 2017 р. наведено в таблиці.

Таблиця

Аналіз проходження коліями ПАТ «Укрзалізниця» та маршрутної швидкості поїздів УЗШК за графіком 2017 р.

№ поїзда	Сполучення	Періодичність курсування	Категорія поїздів	Час в дорозі, год	Відстань, км	Маршрутна швидкість, км/год
1	2	3	4	5	6	7
711	Костянтинівка – Київ	Щоденно	Інтерсіті+	6,48	676	104,3
712	Київ – Костянтинівка	Щоденно	Інтерсіті+	6,40	676	105,6
719	Харків – Київ	Щоденно	Інтерсіті+	4,73	489	103,4
720	Київ – Харків	Щоденно	Інтерсіті+	5,52	489	88,6
721	Харків – Київ	Щоденно	Інтерсіті+	4,68	489	104,5
722	Київ – Харків	Щоденно	Інтерсіті+	4,62	489	105,8
723	Харків – Київ	Щоденно	Інтерсіті+	4,65	489	105,2
724	Київ – Харків	Щоденно	Інтерсіті+	4,63	489	105,6
725	Харків – Київ	Щоденно	Інтерсіті+	4,67	489	104,7
726	Київ – Харків	Щоденно	Інтерсіті+	4,65	489	105,2
727	Харків – Київ	За вказівкою	Інтерсіті+	5,02	489	97,4
728	Київ – Харків	За вказівкою	Інтерсіті+	4,68	489	104,5
731	Запоріжжя – Київ	Щоденно	Інтерсіті+	7,20	658	91,4
732	Київ – Запоріжжя	Щоденно	Інтерсіті+	7,12	658	92,4
733	Покровськ – Дніпро – Київ	Щоденно	Інтерсіті+	8,15	735	90,2
734	Київ – Дніпро – Покровськ	Щоденно	Інтерсіті+	8,13	735	90,4
735	Запоріжжя – Київ	Крім вівторка та суботи	Інтерсіті+	7,20	636	88,3
736	Київ – Запоріжжя	Крім вівторка та суботи	Інтерсіті+	7,13	636	89,2
739	Кривий Ріг Гол. – Київ	Щоденно	Інтерсіті	5,48	454	82,8
740	Київ – Кривий Ріг Гол.	Щоденно	Інтерсіті	5,48	454	82,8
705	Київ – Пшемисль	Щоденно	Інтерсіті+	7,62	685	89,9
706	Пшемисль – Київ	Щоденно	Інтерсіті+	7,18	685	95,4
715	Київ – Тернопіль - Пшемисль	Щоденно	Інтерсіті+	7,22	715	99,0
716	Пшемисль – Тернопіль - Київ	Щоденно	Інтерсіті+	9,05	715	79,0

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7
743	Київ – Львів	Щоденно	Інтерсіті+	5,47	578	105,7
744	Львів – Київ	Щоденно	Інтерсіті+	5,45	578	106,1
745	Дарниця - Львів	За вказівкою	Інтерсіті+	5,63	592	105,2
746	Львів - Дарниця	За вказівкою	Інтерсіті+	6,27	592	94,4
763	Дарниця, Київ – Одеса	Щоденно	Інтерсіті+	7,48	623	83,3
764	Одеса – Київ, Дарниця	Щоденно	Інтерсіті+	7,42	623	84,0
Середній показник				6,18	586,5	96,1

У рамках комплексу автоматизованих робочих місць (АРМ) пасажирського господарства Укрзалізниці ведеться розклад руху пасажирських та приміських поїздів. Однак проведення логічного контролю повідомлень про рух поїздів виконується через АРМ ДСП, ДНЦ дільниць, працівників служби Д та пасажирського господарства. Вимоги до документування відповідають загальним вимогам до документування АСК ВП УЗ-Є.

АРМ для ведення розкладу руху пасажирських поїздів призначена для підтримки розкладу руху в актуальному стані, для проведення логічного контролю повідомлень про рух пасажирських та приміських поїздів. Для коригування розкладу руху передбачено чотири режими, поданих на рисунку: введення нового поїзда, редагування поїзда, вилучення, сервіс (перегляд даних про поїзд) [3].

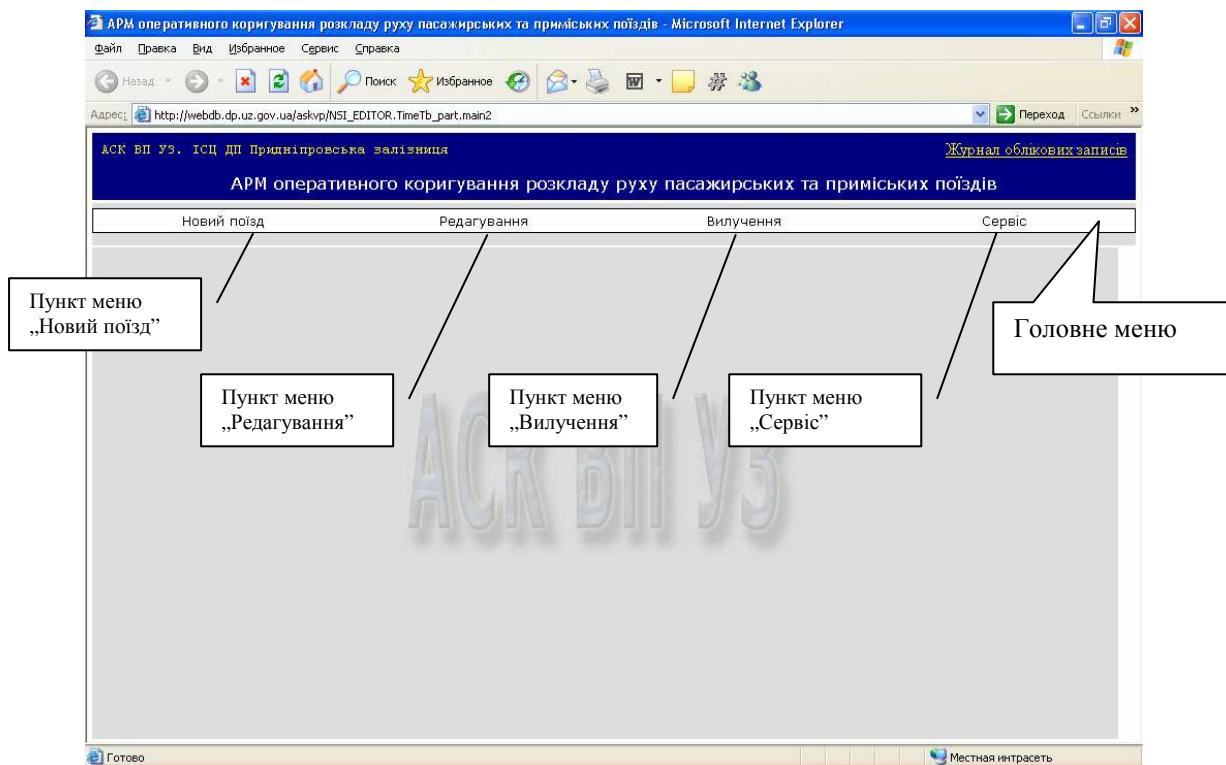


Рис. Головне вікно АРМ ведення розкладу руху пасажирських та приміських поїздів

АСК пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях потребує удосконалення АРМ персоналу пасажирських та пасажирських технічних станцій з метою підвищення ефективності оперативної роботи з пасажирськими швидкісними поїздами; організації інформаційної підтримки та безперебійного забезпечення оперативними даними про розклад руху пасажирських швидкісних поїздів та матеріального забезпечення пасажирського господарства залізниць, УЗШК та інших операторських компаній; забезпечення оперативного коригування нормативно-довідкової інформації стосовно пасажирських швидкісних поїздів для проведення логічних контролів повідомлень про рух поїздів.

Удосконалення АСК пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях є одним із напрямків підвищення ефективності пасажирської технічної станції. Вихідною інформацією, яка необхідна для функціонування системи, є дані про зміни стану та місцезнаходження пасажирських вагонів і составів.

На залізничному транспорті України впроваджене «Автоматизоване робоче місце ведення контрольних GPS-точок» (АРМ РКТ) для роботи з множиною контрольних точок, за якими здійснюється прив'язка геодезичного місцезнаходження рухомих одиниць до об'єктів інфраструктури залізничної мережі. АРМ реалізований за WEB-технологією в середовищі єдиного корпоративного порталу ПАТ «Укрзалізниця» (СКІП УЗ).

Основою інтерфейсу АРМ РКТ є картографічне зображення земної поверхні. Зображення в робочій ділянці повинно мати змогу масштабуватися та пересуватися. Контрольні точки, які вже мають геодезичні координати, відбиваються на зображенні відповідними загальноприйнятими значками [8].

Робота АРМ РКТ здійснюється в робочій ділянці екрана (на карті). Ця ділянка повинна мати такі властивості:

- пересування карти в робочій ділянці шляхом «перетягування зображення» нічим не обмежено. Але в ній відображаються та/або коригуються тільки ті точки, які обмежені типами та полігоном доступу користувача. При цьому не має значення, який полігон обраний у відповідному пункті меню – користувач бачить і може редагувати усі точки, на які має права, навіть тоді, коли він вийшов за межі обраного у відповідному пункті меню полігона;

- підведення курсора миші до будь-якої точки («червоної» або «синьої») ініціює появу спливаючої підказки з описом основних характеристик цієї точки;

- точки, які відображаються червоним кольором (доступні для коригування), можуть «перетягуватися» по карті з одного місця на інше. Для них також можливе «перетягування» кінцевого маркера азимута напрямку прямого проходження. Всі ці дії приводять до зміни координатних даних за обраною точкою. Ці ж дії для «синіх» точок ігноруються (не виконуються);

- клік правою клавішею миші по будь-якій «червоній» точці ініціює спливаюче меню з пунктами «редагувати точку», «дезактивувати точку» та «видалити точку». Ця ж дія для «синіх» точок ігнорується;

- вибір пункту «редагувати точку» ініціює появу спеціальної форми, в якій користувач може змінити деякі залізничні дані щодо точки. Більш детально цю форму доцільно розглянути далі, при розгляді даних, що характеризують точки. Вибір будь-якого з інших двох пунктів веде до запиту підтвердження цієї дії і, у випадку підтвердження, – до відповідної зміни даних щодо точки;

- клік правою клавішею миші по будь-якій точці на карті, не зайнятій «червоною» або «синьою» контрольною точкою, інтерпретується як бажання користувача створити у цьому місці нову контрольну точку. Відповідно цей клік ініціює

спливаюче меню з переліком типів точок, які користувач може створити (цей тип належить множині типів точок, обраних ним для коригування). Вибір одного з наведених типів ініціює ще одне спливаюче меню з вибором об'єкта-володаря точки (для типів точок даної версії АРМ РКТ – це вибір станції). Вибір об'єкта-володаря веде до появи форми для створення нової контрольної точки даного типу. Фактично це та сама форма, що і вищезгадана форма для редагування залізничних даних щодо точки (відмінність тільки в режимі (особливостях) її відпрацювання).

Крім того, зображення в робочій ділянці АРМ може масштабуватися за допомогою коліщата миші. Але для зручності роботи з контрольними точками в цій ділянці повинен бути і стандартний об'єкт для відображення та дискретної зміни масштабу, а також стандартний значок, що показує розмір поточного масштабу (відрізок із зазначенням відстані, яка йому відповідає).

Необхідно враховувати, що контрольні точки різних типів мають деякі особливості свого коригування і можуть мати різних користувачів, які зацікавлені у їхній наявності.

Робоча ділянка відводиться для картографічного зображення земної поверхні та точок. Меню АРМ РКТ включає пункти: «Полігон»; «Точки»; «Налаштування».

Пункт меню «Полігон» забезпечує розгортання дерева полігона УЗ: «УЗ» - «Залізниця» - «Дирекція» - «Станція».

Згідно з поточним вибором полігона, в робочій ділянці екрана відображається карта відповідного фрагмента земної поверхні (з відповідною підгонкою масштабу зображення).

Пункт меню «Точки» забезпечує можливість обрання типів точок, які мають відобразитися на карті. Для відображення можна помітити декілька типів точок (більше одного). Завершення вибору фіксується екранною кнопкою «Показати».

Перелік обраних типів точок відразу відбивається у ділянці відображення параметрів. За умовчанням (при початку роботи АРМ) вважається, що жодний тип точок не обраний.

Відповідно до поточного вибору точки обраних типів відбиваються в робочій ділянці екрана АРМ. Причому стандартні значки точок мають синій колір, а азимути їх напрямків не відображаються (тільки локації точок).

Пункт меню «Налаштування» включає два підпункти: «Похибка позиціонування» та «Точки для редагування». Вибір підпункту «Похибка позиціонування» дозволяє користувачу обрати радіус кола (з центром в точці). Похибка встановлюється в метрах і може змінюватися користувачем в заданому (фіксованому) діапазоні. За умовчанням значення цього радіуса приймається рівним 5 м (на поточний момент це мінімальна похибка позиціонування трекерів, що встановлюються на тяговому рухомому складі (ТРС)). Значення цього радіуса відбивається в ділянці відображення параметрів. Відповідні до обраного радіуса кола навкруги точок відображаються напівпрозорим блакитним кольором, але тільки для тих точок, які можуть редагуватися.

Підпункт «Точки для редагування» призначений саме для вибору тих типів точок, що підлягають редагуванню. Щодо оформлення робота з цим підпунктом аналогічна вищенаведеній роботі з пунктом «Точки», але має певні особливості:

- перелік типів точок, що можна обрати для редагування, не може бути більше того переліку, який обраний в меню «Точки» на поточний момент роботи АРМ;

- цей перелік не може бути більше обмежень, що обумовлені рівнем доступу конкретного користувача до АРМ РКТ. Зокрема, для користувачів, які не мають доступу до коригування будь-яких типів точок, цей пункт меню («Редагування») може бути взагалі неактивним. Він може стати неактивним і в тому випадку, коли

доступних для коригування даним користувачем типів точок немає серед обраних ним в пункті «Точки».

Точки, що можуть редагуватися (їх типи, звичайно, відбиваються в ділянці відображення параметрів), наносяться на карту червоним кольором. Крім того, для них на карті відображається коло похибки і напрямок азимута прямого проходження.

У зв'язку із змінами в роботі пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях [1] для зручності навігації в АРМ РКП користувачів залізничних послуг необхідно додати комплекс господарських об'єктів:

- УЗШК;
- регіональні філії-залізниці;
- виробничі підрозділи-дирекції залізничних перевезень;
- агент – юридична особа, що від імені перевізника здійснює окремі його функції на підставі укладеного між ними договору;
- договірний перевізник – юридична особа, що уклала з пасажиром (відправником) договір перевезення, відповідно до якого зобов'язалася доставити пасажирів, довірений відправником багаж і товаробагаж з пункту відправлення в пункт призначення, а також видати багаж і товаробагаж у пункті призначення або передати пасажирів, багаж і товаробагаж наступному перевізникові;
- оператор вагонів – юридична особа, що має пасажирські або багажні вагони на праві власності або іншому праві та бере участь, на основі договору з перевізником, у здійсненні перевізного процесу з використанням зазначених вагонів;
- перевізник – договірний перевізник і всі наступні перевізники, що беруть участь у перевезенні пасажирів, багажу і товаробагажу;

- наступний перевізник – юридична особа, що прийняла від договірного перевізника зобов'язання щодо подальшого перевезення пасажирів, багажу і товаробагажу в пункт призначення або зобов'язання щодо передачі пасажирів, багажу і товаробагажу наступному перевізникові;

- керуючий інфраструктурою – особа, що надає перевізникам послуги з використання інфраструктури;

- фактичний перевізник – юридична особа, що не уклала договір перевезення з пасажиром або якій договірний або наступний перевізник довірив здійснювати залізничне перевезення на певній ділянці.

Усі перелічені об'єкти для зручності використання доцільно організувати як дерево, коренем якого є УЗ, і далі: РФ-залізниця - ВП-дирекція - станція - елемент інфраструктури залізничного транспорту. Пасажирський комплекс повинен мати зв'язок як із примикаючими перегонами, вагонним та локомотивним депо, так і з іншими елементами залізничної інфраструктури (вокзали, мийно-екіпірувальні лінії, пасажирські технічні станції тощо).

Вимоги до документування відповідають загальним вимогам документування АСК ВП УЗ-С. АРМ для ведення розкладу руху пасажирських поїздів призначений для підтримки розкладу руху в актуальному стані, для проведення логічного контролю повідомлень про рух пасажирських і приміських поїздів [3-4].

Модель тривалості проходження по напрямку пасажирського швидкісного поїзда власності УЗШК або іншого оператора вагонів визначають «зворотним» розрахунком часу виходячи з підрахунку часу руху по перегону й розгону-уповільнення

$$F(T_{nc_i}) = f \left[\frac{L_i}{\mu_1 \cdot v_{x_i}} + (K_{nc} \cdot \mu_2 + 1)(t_{cm}^{nc} + t_p^{nc} + t_y^{nc}) \right] \rightarrow \min, \quad (1)$$

де L_i – довжина ділянки обігу i -го пасажирського швидкісного поїзда, км;

K_{nc} – кількість станцій зі стоянками пасажирських швидкісних поїздів;

$t_{cm}^{nc}, t_p^{nc}, t_y^{nc}$ – тривалість стоянок, розгону, уповільнення пасажирських швидкісних поїздів, год;

μ_1 – коефіцієнт, що враховує підвищення швидкості пасажирських швидкісних поїздів;

μ_2 – коефіцієнт, що враховує скорочення кількості стоянок пасажирських швидкісних поїздів.

При обмеженнях

$$\{60 \leq v_{x_i} \leq 160; 1 \leq \mu_1 \leq 2; 0,5 \leq \mu_2 \leq 1; 0 \leq K_{nc} \leq 3.$$

Наприклад, для швидкісного поїзда Інтерсіті+ № 719 Харків – Київ, що курсує щоденно,

$$T_{719}^{nc} = \frac{586,47}{1,33 \cdot 96,14} + (2 \cdot 0,76 + 1)(0,03 + 0,02 + 0,02) = 4,77 \text{ год.}$$

Як бачимо, похибка складає 0,9 %.

Модель обігу пасажирського швидкісного поїзда власності УЗШК або іншого оператора вагонів

$$F(T_{об_i}) = f \left[\frac{L_i}{v_{марш_i}^{непар}} + \frac{L_i}{v_{марш_i}^{пар}} + t_{прпис} + t_{об} \right] \rightarrow \min, \quad (2)$$

де $v_{марш_i}^{непар}, v_{марш_i}^{пар}$ – маршрутна швидкість відповідно: у непарному та парному напрямках, км/год;

$t_{прпис}$ – тривалість простою пасажирського швидкісного поїзда на станції приписки, год;

$t_{об}$ – тривалість простою пасажирського швидкісного поїзда на станції обігу, год.

При обмеженнях

$$\{100 \leq L_i \leq 1500; 50 \leq v_{марш_i}^{непар} \leq 160; 50 \leq v_{марш_i}^{пар} \leq 160.$$

Модель необхідної кількості составів пасажирського швидкісного поїзда власності УЗШК або іншого оператора вагонів

$$F(N_i) = f \left(\frac{T_{об_i}}{24} \right) \rightarrow \min, \quad (3)$$

де $T_{об}$ – обіг пасажирського швидкісного поїзда, год; N_i – необхідна кількість складів пасажирського швидкісного поїзда.

При обмеженнях

$$0,5 \leq T_{об_i} \leq 1.$$

Висновки. Інформаційну технологію АСК пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях можливо побудувати на функціональній основі з метою чіткого, своєчасного та якісного обслуговування пасажирів. При цьому виділяються основні функції з обслуговування пасажирів: квитково-касова; довідково-інформаційна; сервісна; побутова, а також господарська діяльність з підтримки в належному стані пасажирської технічної станції, будівель та устаткування вокзалу.

Робота пасажирської станції та пасажирської технічної станції потребує

розробки Єдиного технологічного процесу роботи пасажирського комплексу.

Проблемні питання, що виникають при взаємодії пасажирської станції, пасажирської технічної станції, УЗШК та інших операторських компаній, потребують посади маневрового диспетчера-розпорядника або ДСПП пасажирської технічної станції.

У зв'язку із змінами в роботі пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях для зручності навігації користувачів залізничних послуг запропоновано додатковий комплекс господарських об'єктів.

Список використаних джерел

1. Соглашение о международном пассажирском сообщении (СМПС) с изменениями и дополнениями на 1 мая 2017 года (действует с 1 ноября 1951 г.) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.uz.gov.ua/passengers/smpps/>. – Загл. с экрана.
2. Концепція Державної цільової програми впровадження на залізницях швидкісного руху пасажирських поїздів на 2005-2015 роки (Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 31 грудня 2004 р. № 979-р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukraine.uaravno.net/data/base23/ukr23446.htm>. – Загол. з екрану.
3. Єдина автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>. – Загол. з екрану.
4. Берестов, І. В. Вибір раціональної технології обслуговування составів у пасажирському комплексі [Текст] / І. В. Берестов, Г. В. Шаповал, Ю. В. Валуйська // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип.137. – С. 46-54.
5. Калашнікова, Т. Ю. Удосконалення інформаційно-керуючої системи залізниць в умовах інтегрованості [Текст] / Т.Ю. Калашнікова, Є.М. Кушкін, Є.Д. Куценко // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 146. – С. 61-65.
6. Кулешов, В. В. Удосконалення автоматизованих систем пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях в умовах розвитку інформатизації [Текст]/ В. В. Кулешов, Д. М. Чеботарьов // Вагонный парк: міжнародний професійний журнал. – Харків: Залізничне видавництво «Рухомий склад», 2017. – № 3-4 (120-121). – С. 44-48.
7. Кулешов, В. В. Удосконалення інформаційної технології роботи з вагонами різних форм власності з метою оптимізації пропускної спроможності залізничних транспортних систем [Текст] / В. В. Кулешов // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 83-90.
8. Кулешов, В. В. Удосконалення моделі пасажирського комплексу при швидкісних перевезеннях в умовах розвитку систем супутникової навігації [Текст] / В. В. Кулешов, А. В. Кулешов, М. В. Мазур // Локомотив-Інформ: міжнародний професійний журнал. – Харків: Залізничне видавництво «Рухомий склад», 2017. – № 7-8(133-134). – С. 50-54.

9. Лючков, Д. С. Анализ внедрения скоростного железнодорожного движения в Украине [Текст] / Д. С. Лючков, Ю. Л. Бердник // Вагонный парк. – 2010. – № 12. – С. 28-30.
10. Розсоха, О. В. Моделювання пасажирських поїздопотоків високошвидкісних залізничних магістралей [Текст] / О. В. Розсоха, В. М. Солонець // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 154. – С. 5-13.
11. Дослідження функціонування пасажирської станції на основі теорії систем [Текст] / О. М. Ходаківський, О. М. Огар, Т. Ю. Калашнікова, Ю. В. Хоменко // Зб. наук. праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – Вип. 8. – С. 69-73.
12. Newman, M. The structure and function of complex networks. SIAM Review, 2003. – 45. – P. 167-256.
13. Hugo M. Repolho, Richard L. Church, António P. Antunes. Optimizing station location and fleet composition for a high-speed rail line// Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. - Vol. 93, 2016. - P. 437-452.
14. Roger Vickerman. High-speed rail and regional development: the case of intermediate stations// Journal of Transport Geography. - Vol. 42, 2015. - P. 157-165.

Кулешов Валерій Вячеславович, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: valerijkuleshov2015@gmail.com.

Шаповал Ганна Василівна, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: ann.shapoval@ukr.net.

Кулешов Антон Валерійович, інженер виробничого підрозділу «Харківське відділення» філії «Головний інформаційно-обчислювальний центр» ПАТ «Українська залізниця». Тел.: (063) 670-96-97.

E-mail: antonkuleshov@yahoo.com.

Громов Сергій Олександрович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.

Лисенко Євгенія Миколаївна, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.

Kuleshov Valeriy Vyacheslavovich, PhD. Sc., assistant professor of railway stations and junctions Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: valerijkuleshov2015@gmail.com.

Shapoval Ganna Vasilivna, PhD. Sc., assistant professor of railway stations and junctions Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: ann.shapoval@ukr.net.

Kuleshov Anton Valerievich, engineer of the production unit «Kharkiv branch» of the branch «Main information and computer center» PJSC «Ukrainian railway». Tel.: (063) 670-96-97. E-mail: antonkuleshov@yahoo.com.

Gromov Sergey Aleksandrovich, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.

Lysenko Yevheniya Mykolayivna, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.

Стаття прийнята 10.11.2017 р.