

ПРОХОРЧЕНКО А. В., д.т.н., доцент,

ПРОКОПОВ А. О., аспірант,

НАЙДЕНОВ О. О., магістрант,

СВЯТОВА І. І., магістрант (Український державний університет залізничного транспорту)

## Розробка вимог до автоматизованої системи управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури України

*Розроблено вимоги до формування автоматизованої системи управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури на базі розподіленої системи підтримки прийняття рішень для реалізації комплексу задач планування перевезень від подачі заявки на організацію маршруту до розподілу пропускнуої спроможності, розроблення нитки графіка руху поїздів та аналізу реалізації перевізного процесу. Запропоновано модульний принцип побудови автоматизованої системи. Розроблено заходи з інтеграції автоматизованих систем, чинних в АТ «Укрзалізниця», для інформаційної підтримки функцій при розподілі пропускнуої спроможності.*

**Ключові слова:** залізничний транспорт, інфраструктура, пропускна спроможність, автоматизована система, нитка графіка.

### Постановка завдання

В умовах впровадження моделі реформування залізничної галузі України за вертикальним способом розділення виникає потреба розподілу пропускнуої спроможності залізничної інфраструктури. Практична реалізація розподілу пропускнуої спроможності залізничної мережі України потребує впровадження ефективного процесу планування перевезеннями, що дасть змогу підвищити швидкість прийняття рішень щодо доступу до залізничної мережі великої кількості конкуруючих компаній-перевізників. За таких умов набуває важливого значення створення автоматизованої системи управління розподілом пропускнуої спроможності залізничної інфраструктури АТ «Українська залізниця» (АСУ ПС), яка дасть можливість інтегрувати всі етапи управління в межах єдиного інформаційного середовища та надасть учасникам ринку перевезень більшу інформативність та безпеку, вищий рівень взаємодії між учасниками перевізного процесу. В межах запропонованої АСУ мають бути поєднаними задачі від подачі заявки на організацію маршруту на перевезення до розподілу поїздопотоків, розроблення нитки графіка руху поїздів та його аналізу. Інструментом реалізації запропонованої АСУ ПС мають стати інформаційно-керуючі системи нового покоління [1,2], до яких належить розподілена системи підтримки прийняття рішень (СППР) – це інтерактивна комп'ютерна система, яка призначена для підтримки прийняття рішень щодо управління розподілом пропускнуої спроможності залізничної інфраструктури як

інтегрованої складної системи на рівні Департаменту управління рухом (ЦД), служб залізниць (Д), диспетчерських центрів управління (ДЦУ) та виробничих підрозділів компаній-перевізників. Таким чином, актуальною є побудова сучасного перевізного процесу, що ґрунтується на цифровій інтерактивній платформі, в межах якої складається графік руху поїздів та виконується диспетчеризація. Це дасть змогу перейти до формування залізничної інтелектуальної транспортної системи, що надасть учасникам ринку перевезень більшу інформативність, вищий рівень взаємодії між учасниками перевізного процесу.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сьогодні на залізничному транспорті загального користування України немає досвіду розподілу пропускнуої спроможності залізничної інфраструктури. Етапи виробничих процесів АТ «Українська залізниця» (АТ Укрзалізниця), що входять у процедуру розподілу пропускнуої спроможності, автоматизовані фрагментовано. Автоматизованими є деякі етапи диспетчеризації, однак немає зв'язку з процесом розробки нормативного графіка руху поїздів (ГРП), застарілою є його процедура складання, що ґрунтується на ручному способі. Процес автоматизації розробки графіка руху поїздів в АТ Укрзалізниця залишається не розвиненим. На даний час діє АРМ інженера-графіста, яке було розроблено у 1999 році, але немає функцій, необхідних при розподілі

пропускної спроможності мережі, зокрема автоматичної побудови нитки графіка, моделювання затримок, відсутнім є зв'язок з АСК ВП УЗ та АСК ПП УЗ тощо. Без продовження залишився програмний продукт ПК „Динамік”, що дасть змогу проводити тягово-енергетичні розрахунки та визначати перегінні часи ходу поїздів, міжпоїзні і міжстанційні інтервали руху. В основі процесу розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури важливою є наявність верифікованих даних щодо інфраструктури. Дана інформація є вихідною для проведення побудови ГРП тощо. На сьогоднішній день у АТ «Укрзалізниця» діє програмний продукт „Графоаналітичний редактор схем залізниць (ПП ГАС Railway)”, що призначений для побудови графоаналітичних схем залізниць і який у майбутньому може бути використаний як джерело даних про інфраструктуру і для візуалізації графа залізничної мережі в багатьох задачах планування в межах процесу управління пропускнуою спроможністю мережі.

В умовах впровадження моделі реформування залізничної галузі за вертикальним способом розділення виникає потреба автоматизації процесу планування руху поїзних формувань. На першому етапі становлення залізниць Німеччини, Швейцарії, Польщі та інших цей процес був досить тривалим і виконувався в ручному режимі, але з впровадженням автоматизації час на доступ до інфраструктури скоротився від діб до годин та хвилин. Отже, для розробки вимог автоматизованої системи для АТ Укрзалізниця важливим є проведення аналізу існуючих систем на залізницях Європи.

У Німеччині компанія-менеджер інфраструктури на даний час має систему RUT-K, Rechnerunterstütztes Trassenmanagement – Konstruktion (Автоматизована система управління маршрутами (нитками) – конструювання) [3]. Система є другим поколінням (попередня RUT-0) і розроблялась за головуванням компанії Rail Management Consultants GmbH від НТС. У 2008 році в DB Netz працювало 650 графістів, після впровадження автоматизованої системи станом на 2016 рік працювало 140 інженерів-графістів. За період 18 місяців у системі RUT-K обробляється приблизно 65 тисяч заявок від 400 компаній-перевізників до введення робочого графіка руху та приблизно 850 тис. запитів на маршрут у режимі ad hoc (розробка ниток в оперативному режимі) за фрахтовий рік [1].

Система RUT-K базується на системі управління DaViT з базою даних GFD (Gemeinsame Fahrplan – Datenhaltung), що поєднує необхідні дані про інфраструктуру для розробки ниток та ГРП у цілому. В межах процедури розподілу передбачається після роботи в RUT-K передача розроблених ниток та тягових характеристик на поїзний локомотив (EBuLa)

для реалізації. Крім того, вся інформація щодо наданого доступу для перевізника передається в систему диспетчеризації LeiDis-N (Leitsystem Disposition Netz) від компанії Alcatel SEL AG, яка була конвертована наприкінці 2002 року до нової версії.

У Швейцарії на SBB CFF FFS (Swiss Federal Railways) діє AC "NeTS" (англ., Network-wide Track Management System), яку розроблено Netcetera у тісному співробітництві з SBB, постачальником послуг з інформаційних технологій Ergon та дизайнерським агентством NOSE [4]. В систему входить функція симуляції експлуатаційної роботи дільниці (вузла) для виявлення вузьких місць у мережі.

У Данії оператор Banedanmark з 2002 року використовує систему TPS (англ., Train Planning System) [5], що розроблено компанією HaCon GmbH. Система виявилась прийнятною для Network Rail у Великій Британії зі штатом 300 інженерів-графістів на 32 тис. км мережі, підписано контракт на впровадження і підтримку системи з 2014 до 2019 року. У рамках Європейського тендерного конкурсу SNCF Réseau (Франція) вибрало систему TPS. З 2009 року французький інфраструктурний менеджер використовує систему планування поїздів HaCon для проведення планових досліджень пропускної спроможності на мережі. Аналогічна розробка використовується на залізницях Бельгії.

У Польщі оператор інфраструктури PKP Polskie Linie Kolejowe (PKP PLK) використовує систему замовлення он-лайн ниток поїздів (польсь., Internetowy system zamawiania trasy pociągu, ISZTP) та систему конструктора розкладу назвою – System Konstrukcji Rozkładu Jazdy (SKRJ) власної розробки [6]. Цю систему було впроваджено у 2010 році. Завдяки новому інструменту PKP PLK термін очікування для компаній-перевізників при розподілі маршрутів скоротився в середньому з декількох десятків годин до приблизно 50 хвилин.

Аналіз існуючих автоматизованих систем розподілу пропускної спроможності мережі доводить відсутність багатьох функцій щодо автоматизації процесу планування поїзних формувань в АТ «Укрзалізниця», що потребує розроблення власної автоматизованої системи.

#### Формулювання цілей

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування залізничного транспорту України в умовах реформування залізничної галузі та впровадження рівноправного доступу до залізничної інфраструктури на основі розроблення вимог до автоматизованої системи управління розподілом пропускної спроможності залізничної інфраструктури для підвищення якості планування перевезень в умовах відкритого доступу.

**Викладення основного матеріалу дослідження**

Зважаючи на те, що перед залізничним транспортом загального користування України стоїть завдання імплементації європейського законодавства відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, процес розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури має відповідати вимогам Директиви 2001/14/ЄС [7]. Практична реалізація основних положень даної Директиви на залізницях таких країн, як Німеччина, Нідерланди, Данія, Естонія, Польща [8,9,10], передбачає створення спеціальних правил розподілу пропускної спроможності інфраструктури на вітчизняних залізницях. Крім того, застосоване в цьому дослідженні узагальнене поняття пропускної спроможності відповідає встановленим термінам Директиви 2001/14/ЄС, а ця термінологія не суперечить класифікації видів пропускної спроможності відповідно до чинних нормативних документів у АТ «Укрзалізниця». З огляду на те, що кожен з етапів розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури є трудомістким, який потребує великої кількості інформаційних даних щодо технічних і технологічних характеристик інфраструктури, у статті запропоновано сформулювати вимоги до нової автоматизованої системи, яка дасть змогу поєднати вже існуючі бази даних та Автоматизовані системи керування в АТ «Укрзалізниця».

Враховуючи велику кількість функцій, які мають виконуватись у межах зазначених вище етапів реалізації системи управління, АС Управління розподілом пропускної спроможності має бути реалізована у вигляді модульної структури. Кожен компонент системи виконуватиме окрему функцію в межах загального процесу управління та буде інтегрований до єдиного сітьового середовища для формування інтегрованої технології управління розподілом пропускної спроможності мережі залізниць України. Складність процесів виконання кожної з функцій потребує підтримки інтерактивного режиму вирішення поставлених задач планування у кожному з модулів АС, що дасть змогу підвищити гнучкість та достовірність їх вирішення. Найбільш прийнятною формою розробки АС є реалізація системи підтримки прийняття рішень (СППР) на автоматизованих робочих місцях (АРМ) причетних працівників усіх компаній-учасників ринку залізничних перевезень. Враховуючи організаційну структуру управління залізничною інфраструктурою, яка є ієрархічною та просторово рознесеною за регіонами залізничної мережі України, прийнятною є реалізація розподіленої архітектури СППР. Схема інтегрування компонентів у систему АСУ ПС наведена на рис. 1.

Для реалізації рівноправного доступу до залізничної інфраструктури згідно із статтею

35 Директиви 2008/57/ЄС [11] у першій фазі планування за 18 місяців до набрання чинності графіка руху поїздів необхідним є зведення та верифікація бази даних Реєстру залізничної інфраструктури, яка є основою для проведення подальшого планування як компанії, що управляє інфраструктурою, так і компаній-перевізників для формування запитів на організації їх поїзних формувань. Для реалізації макрорівня відображення інформації про мережу на залізницях діє Програмний продукт ГАС Railway, який станом на 2018 рік має верифіковану і повну інформаційну базу даних технічних параметрів дільниць залізничної мережі, що може стати джерелом інформації в частині параметрів дільниць мережі БД Реєстру залізничної інфраструктури АТ «Укрзалізниця», дасть змогу зменшити витрати на її створення. Крім того, інформація про детальні схеми залізничних станцій та їх технічні параметри існує в чинній на залізницях України автоматизованій системі АС ТРА [13], яку необхідно також пов'язати з БД Реєстру залізничної інфраструктури. Можливою є ув'язка БД з даними щодо дії тих чи інших попереджень різних видів, які зберігаються в чинній АТ «Укрзалізниця» Автоматизованій системі видачі та відміни попереджень на поїзди (АС ВВП).

Згідно з Директивою 2008/57/ЄС інформація Реєстру інфраструктури має бути публічною, а тому необхідним є оприлюднення її на офіційному веб-сайті оператора інфраструктури у вигляді інтерактивної геоінформаційної мапи залізничної мережі – графічна частина Реєстру інфраструктури, яка доступна у режимі он-лайн.

До оприлюднення Повідомлення мережі (англ., Network Statement) та всієї інформації, що супроводжує даний процес, має бути проведена класифікація залізничних дільниць. Крім того, на початковому етапі планування має бути застосований Модуль розрахунку пропускної спроможності залізничної інфраструктури та аналізу її використання, який має вирішувати в автоматизованому режимі задачу розрахунку наявної пропускної спроможності згідно з Інструкцією [14], а також задачу розрахунку практичної пропускної спроможності залізничних дільниць. Даний програмний модуль може бути використаний регулювальним органом, що здійснює державний нагляд, який має створюватися в умовах проведення реформи залізничного транспорту загального користування України для вирішення спірних питань між компанією-перевізником і управляючим інфраструктурою.

Модуль вибору режимів експлуатації дільниць та маршрутизації поїздопотоків призначений для вирішення задач такої складності, як масштабні розрахунки визначення режимів функціонування залізничних дільниць мережі та розподілу прогнозних поїздопотоків на мережі, а також для проведення

окремих розрахунків за індивідуальними запитами для вибору маршруту прямування поїзда або поїздопотоку відповідно до наданої заявки компанії-перевізника. Функції Модуля дасть змогу на першому етапі узгодження заявки перевізника проаналізувати варіанти та побудувати маршрут поїзного формування у мережі з урахуванням обмежень на її пропускну спроможність. Оператор повинен мати право прив'язати розроблений маршрут до заявки перевізника для проведення подальших розрахунків графіка руху поїздів, а у випадку неможливості його прокладання передати заявку в режимі "відхилення" до Модуля прийняття та аналізу виконання заявок на виділення пропускну спроможності для подальшого повернення заявнику. Для формування первинних вихідних даних щодо тривалості проходження поїзда по дільницях мережі, які необхідні при проведенні математичних розрахунків, треба встановлювати обмін даними з програмним продуктом „Динамік”, який станом на 2015 рік функціонує в АТ «Укрзалізниця». В межах даної програми можливим є проведення тягових розрахунків та розрахунку часу проходження поїзда через дільницю з урахуванням технічних характеристик інфраструктури та встановлених режимів руху.

В межах реалізації системи управління розподілом пропускну спроможності інфраструктури залізниць України важливим є на кожному з етапів планування процес взаємодії з компаніями-перевізниками. За таких умов має бути утворений так званий Контакт-центр (англ., Contact center) – спеціалізований підрозділ у структурі компанії, що управляє залізничною інфраструктурою і займається обробкою звернень та інформуванням учасників перевізного процесу відповідно до етапів виконання заявки за всіма видами зв'язку (телефон, електронна і звичайна пошта, інтернет тощо). Для інформаційної підтримки процесу обслуговування заявки на доступ до залізничної інфраструктури та чіткого контролю процедури її обслуговування для забезпечення рівноправного доступу має бути створений Модуль прийняття та аналізу виконання заявок на виділення пропускну спроможності. Спеціальна інформаційна система має підтримувати процес передачі запитів операторів-перевізників на виділення пропускну спроможності та отримання відповідних пропозицій від адміністрації інфраструктурної компанії у встановлені законодавством строки. Процес планування є ітеративним, складається з декількох циклів замовлення і відповідей пропозицій, перш ніж буде складений остаточний ГРП. Запити мають бути як пакетними (мають пріоритет), так і окремими на одну конкретну нитку. Статус запиту в інформаційній системі може мати значення "підтверджена", "чекає розгляду", потім "відхилена" або "прийнята" і, нарешті, "прийнята до повторного розгляду". Модуль

має забезпечувати взаємозв'язок з Модулем вибору режимів експлуатації дільниць та маршрутизації поїздопотоків з Модулем тарифікації та Модулем розробки нормативного ГРП і підтримувати ведення архіву запитів та відповідей для вирішення усіх конфліктних ситуацій.

Модуль розробки нормативного ГРП має виконувати функцію побудови графіка руху поїздів на мікрорівні деталізації залізничної інфраструктури. Знайдений маршрут у Модулі маршрутизації поїздопотоків на макрорівні планування за відповідною заявкою передається до Відділу розробки та аналізу графіка руху поїздів Департаменту управління рухом АТ «Укрзалізниця» (телеграфний шифр ЦД), після чого виконується деталізоване прокладання нитки графіка відповідно до встановлених заздалегідь параметрів. У межах Модуля має підтримуватись єдина календарна база даних нормативних ГРП, у якій мають зберігатись узгоджені та затверджені варіанти нормативних ГРП усієї залізничної мережі. Деталізована розробка ГРП має вестись на регіональному рівні з можливістю перевірки у ЦД. Для перевірки надійності та реалістичності побудованого ГРП Модуль має містити програмний продукт статистичного аналізу розробленого ГРП в умовах виникнення затримок поїздів, який може ґрунтуватись на процедурі моделювання затримок. Критерієм надійності ГРП може бути кращий розклад руху поїздів, що передбачає при стандартних варіантах затримок меншу кількість та тривалість затримок поїздів від існуючих варіантів прокладання ниток ГРП. Для формування вартості плати за розроблену нитку графіка Модуль має інформаційно взаємодіяти з Модулем тарифікації та реалізувати задачі формування та друкування вихідних документів, необхідних як для внутрішнього користування персоналом компанії, так і для публічного оприлюднення в межах Повідомлення залізничної мережі (службові розклади руху поїздів, графіки руху тощо) [10].

Після побудови та набрання чинності нормативного ГРП з календарної бази ГРП передаються нормативні графіки руху до АРМ поїзного диспетчера для реалізації його в межах оперативного управління поїзною роботою і до існуючої Диспетчерської системи управління і контролю рухом поїздів.

З огляду на те, що найважливішим у системі управління є налагодження зворотного зв'язку, необхідною є реалізація Модуля аналізу виконання ГРП та віднесення затримок за учасниками перевезень. Даний Модуль має виконувати функцію порівняння нормативного ГРП з графіком виконаного руху поїздів та підтримувати процес віднесення затримок поїздів за учасниками перевезень з подальшою передачею даних до Модуля аналізу витрат за використання залізничної

інфраструктури. Автоматичне віднесення затримок розрахунках штрафів за контрактними зобов'язаннями дасть змогу уникати багатьох непорозумінь при щодо реалізації пропуску поїзда за ниткою ГРП.

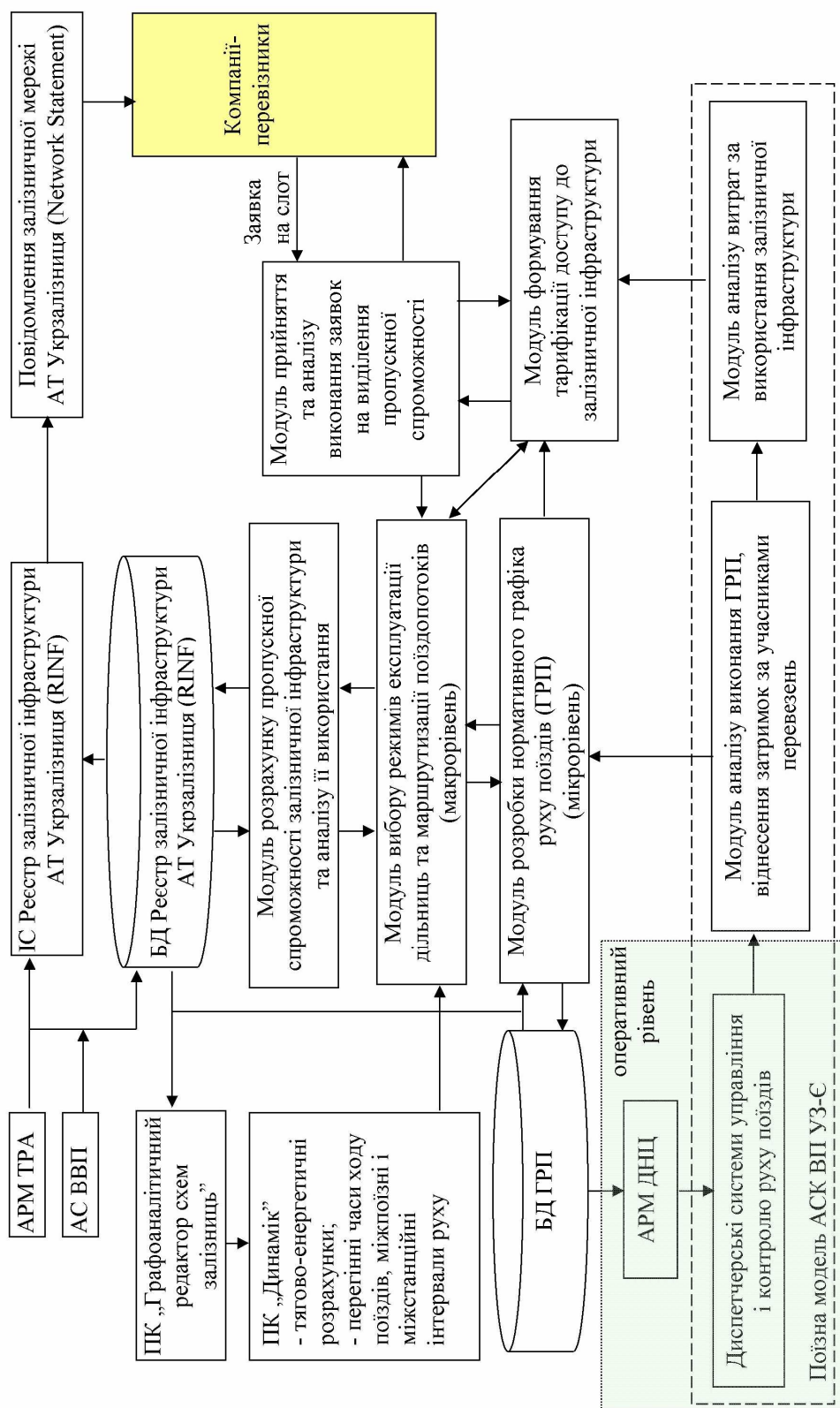


Рис. 1. Функціональна схема системи АС управління розподілом пропускової спроможності

Модуль аналізу витрат за використання залізничної інфраструктури призначений для проведення розрахунків витрат, що пов'язані з рухом поїзда (витрати на тягу, витрати на допоміжні роботи, зокрема технічний і комерційний огляд, тощо) за кожною ниткою ГРП і в цілому за перевезеннями на кожному з елементів залізничної мережі. Крім того, треба вести розрахунки витрат за утримання інфраструктури та управління рухом поїздів. Даний Модуль має реалізуватися у межах чинної системи АСК ВП УЗ-Є на основі даних з існуючої поїзної моделі даної системи. Інформаційна база даного Модуля дасть змогу корегувати тарифи в Модулі тарифікації на наступний період планування ГРП або при обслуговуванні спеціальних запитів на доступ у межах короткострокових періодів використання інфраструктури.

Модуль формування тарифікації доступу до залізничної інфраструктури має виконувати функцію

розрахунку тарифів за доступ до залізничної інфраструктури як для внутрішнього використання в процесі планування, так і для всіх користувачів залізничної інфраструктури на web-сайті управляючої інфраструктурою або за окремим програмним додатком, який надається компаніям-перевізникам.

Для зменшення складності використання системи АС Управління пропускнуою спроможністю АТ Укрзалізниця на рівні взаємодії з користувачами запропоновано реалізувати розподілену систему підтримки прийняття рішень, яка має бути вписана до організаційного середовища розробленої системи управління та мати зручний інтерфейс для інтерактивного використання компонентів АСУ ПС на АРМ причетного персоналу. Згідно з описаною вище процедурою прийняття рішень у роботі розроблено структурну схему функціонування СППР у межах АТ «Укрзалізниця», що подано на рис. 2.

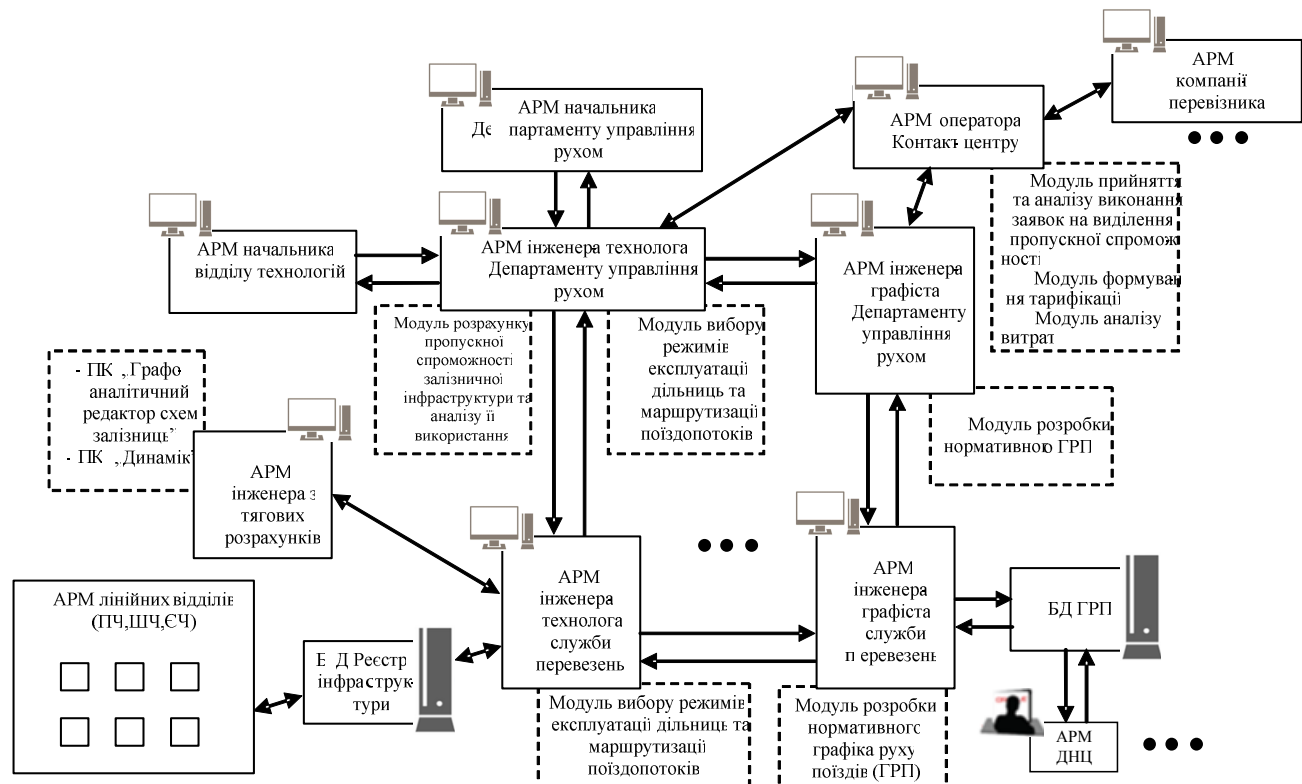


Рис. 2. Перспективна структурна схема функціонування СППР для управління розподілом пропускнуої спроможності залізничного транспорту України

Найбільш прийнятною архітектурою реалізації СППР для управління розподілом пропускнуої спроможності є архітектура клієнт-сервер з Rich-клієнтом [16], даний додаток дасть можливість надати розширену функціональність програмних продуктів відповідних Модулів незалежно від центрального сервера. Rich-клієнт СППР передбачає користування

Модулем або декількома Модулями АСУ відповідно до задач, що виконуються за допомогою встановленого відповідного програмного продукту на АРМ користувача, що надає можливість перенести на машину клієнта проведення всіх розрахунків. За такої архітектури серверна частина СППР має бути сховищем усіх вищезазначених баз даних процесу

планування, а на її основі мають функціонувати лише деякі програми компонентів загальної АСУ ПС для забезпечення функцій зовнішнього доступу через веб-сайт управляючої інфраструктурою або спеціальних програмних додатків компаній-перевізників, що користуються залізничною інфраструктурою. Для утворення загального інформаційного середовища та обміну даними найбільш прийнятним є використання веб-технологій, що дасть змогу організувати обмін даними між клієнтською та серверною частиною за допомогою створення локальної комп'ютерної мережі інтранет у межах компанії, що управляє залізничною інфраструктурою (оператор інфраструктури – АТ «Укрзалізниця»), та взаємодії через інтернет за спеціальним паролем доступом з АРМами компаній-перевізників.

Згідно з аналізом вищенаведених функцій, у роботі запропоновано розмістити СППР на АРМ інженерів у Відділі технології перевезень та у Відділі розробки і аналізу графіка руху поїздів ЦД. Взаємодія компаній-перевізників із системою управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури в межах СППР оператора інфраструктури має здійснюватись через АРМ компанії-перевізника. Запити компанії перевізника на доступ в електронному вигляді надходять до Модуля прийняття та аналізу виконання заявок на виділення пропускнуої спроможності, які обслуговуються в межах СППР на АРМ оператора контакт-центру АТ «Укрзалізниця». Оператор контакт-центру модерує заявку та надсилає для виконання на АРМ інженера-технолога Департаменту управління рухом АТ Укрзалізниця. На АРМ інженера-технолога проводяться розрахунки маршрутизації поїздопотоку, визначення практичної і доступної пропускнуої спроможності для виявлення перевантажених ділянок на мережі. Розрахований результат передається на АРМ інженерів-технологів регіональних філій, через які проходить маршрут для детального проведення розрахунків з аналізу пропускнуої спроможності та виявлення перевантажених ділянок. Виконується деталізоване розроблення нитки графіка на АРМ інженера з розроблення графіка руху поїздів. Після розроблення нитки оброблений запит через інформаційну систему прийняття та аналізу виконання заявок на виділення доступу надходить на АРМ компанії-перевізника.

Визначені квоти щодо використання пропускнуої спроможності на кожній з поїздодільниць мережі передаються до БД Реєстру залізничної інфраструктури, до якого мають доступ всі АРМ інженерів з розроблення ГРП та інженерів-технологів служб перевезень регіональних філій залізниць. Здійснюється розроблення технологічних процесів функціонування напрямків та ділянок для реалізації заданих розмірів перевезень. Після узгодження робочого ГРП знайдені рішення затверджуються.

Відповідно до фази планування, затверджена технологія та ГРП передаються через календарну базу даних ГРП до служб залізниць, диспетчерських центрів управління та станцій для виконання. В межах оперативного планування проводяться корегування чинного нормативного графіка руху поїздів на АРМ ДНЦ.

### Висновки

Розроблено вимоги до формування автоматизованої системи управління розподілом пропускнуої спроможності залізничної інфраструктури (АСУ ПС) на базі розподіленої системи підтримки прийняття рішень (СППР) для реалізації комплексу задач планування перевезень від подачі заявки на організацію маршруту до розподілу пропускнуої спроможності, розроблення нитки графіка руху поїздів та аналізу реалізації перевізного процесу.

Враховуючи велику кількість функцій, які мають виконуватись у межах зазначених вище етапів реалізації системи управління, АС Управління розподілом пропускнуої спроможності має бути реалізована у вигляді модульної структури. Кожен компонент системи має виконувати окрему функцію в межах загального процесу управління та бути інтегрований до єдиного сітьового середовища для формування інтегрованої технології управління розподілом пропускнуої спроможності мережі залізниць України. Складність процесів виконання кожної з функцій потребує підтримки інтерактивного режиму вирішення поставлених задач планування у кожному з модулів АС, що дасть змогу підвищити гнучкість та достовірність їх вирішення. Найбільш прийнятною формою розроблення АС є реалізація СППР на АРМ причетних працівників усіх компаній-учасників ринку залізничних перевезень.

### Список використаних джерел

1. Жуковський, І. В. Принципи побудови системи підтримки прийняття рішень і управління вантажними перевезеннями на основі аналітичних серверів АСК ВП УЗ [Текст] / І. В. Жуковський, В. В. Скалозуб, А. Б. Устенко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2007. – Вип. 17. – С. 28-34.
2. Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий) [Текст]: пособие / В. В. Скалозуб, В. П. Соловьев, И. В. Жуковський, К. В. Гончаров. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.- д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2013. – 207 с.
3. Fahrplantrassen managen und Fahrplanerstellung simulieren [Електронний ресурс] // Verkehrswissenschaftlichen Tage Dresden. – 2003. –

- Режим доступу : <https://manualzz.com/doc/4314409/fahrplantrassen-managen-und-fahrplanerstellung-simulieren>.
4. NeTS – Network-wide Track Management System and RCS – Rail Control System. [Електронний ресурс] // SBB Infrastructure. – 2009. – Режим доступу : [https://company.sbb.ch/content/dam/sbb/de/pdf/sbb-konzern/sbb-als-geschaefspartner/RCS/I-UE-VK\\_Broschuere\\_NETS\\_und\\_RCS\\_Innotrans\\_en.pdf.sbbdownload.pdf](https://company.sbb.ch/content/dam/sbb/de/pdf/sbb-konzern/sbb-als-geschaefspartner/RCS/I-UE-VK_Broschuere_NETS_und_RCS_Innotrans_en.pdf.sbbdownload.pdf).
  5. Train Planning System [Електронний ресурс] // Lister Strasse 15 30163 Hannover Germany. – 2002. – Режим доступу : [http://www.hacon.de/company/downloads/tps\\_broschuere\\_e.pdf](http://www.hacon.de/company/downloads/tps_broschuere_e.pdf).
  6. System Konstrukcji Rozkładu Jazdy [Електронний ресурс] // Proces przygotowania rozkładu jazdy pociągów. – 2016. – Режим доступ : [file:///C:/Users/Tetiana/Downloads/338\\_305\\_A\\_OiZ\\_KORNASZ\\_EWSKI\\_SIEROCINSKI\\_2%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Tetiana/Downloads/338_305_A_OiZ_KORNASZ_EWSKI_SIEROCINSKI_2%20(1).pdf).
  7. Directive 2001/14/EC of the European Parliament and of the Council of 26 February 2001 on the allocation of railway infrastructure capacity and the levying of charges for the use of railway infrastructure and safety certification [Text] / THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION // Official Journal of the European Communities (OJ L 75/29), 2001.– 18 p.
  8. Seidel, B. From Directive to practice: German railway industry in transition / Bernd Seidel [Electronic resource]: [Association for European Transport. European Transport Conference, 2002] – Electronic data. – AET Papers Repository. – Mode of access: World Wide Web: <http://abstracts.aetransport.org/paper/index/id/1433/confid/8> (viewed on June 12, 2015). – Title from the screen.
  9. Braun, I. New Revenue Management Strategies for Railway Network Providers [Text] / Imma Braun, Martin Schroeder, Eckehard Schnieder // Computer-Aided Scheduling of Public Transport. Series Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Springer Berlin Heidelberg, 2001. – Vol. 505. – P. 415-428.
  10. Zajkowski, A. Ewolucja informatycznego pakietu aplikacji wspomaganie tworzenia rozkładu jazdy PKP/TTS - informatyka. – 2005. – Вип. 4. – С.15-19.
  11. Directive 2008/57/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 on the interoperability of the rail system within the Community [Text] / The European Parliament and the Council of the European Union // Official Journal of the European Communities (L 191/1), 2008. – 45 p.
  12. Decisions Commission Implementing Decision 2014/880/EU of 26 November 2014 on the common specifications of the register of railway infrastructure and repealing Implementing Decision 2011/633/EU [Text] / THE EUROPEAN COMMISSION // Official Journal of the European Communities (L 356/489), 2014. – 31 p.
  13. Чернецька-Білецька, Н. Б. Аналіз систем автоматизації управління технологічними процесами на станціях залізничного транспорту [Текст] / Н. Б. Чернецька-Білецька, В. О. Павлюченко, С. В. Кононенко // Вісник Інженерної академії України. – 2013. – Вип. 3-4. – С. 185-187.
  14. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України ЦД-0036, затв. наказом Укрзалізниці від 14 березня 2001 р. № 143/Ц [Текст] : навч.-метод. посібник / О. Ф. Вергун, Н. В. Липовець, В. М. Боголій. – К. : Транспорт України, 2002. – 376 с.
  15. Österreichische Bundesbahnen (ÖBB) [Text], UIC – Capacity Leaflet 3 – Capacity calculations – Final draft ÖBB, 2004.
  16. Байєсівські мережі в системах підтримки прийняття рішень [Текст] / М. З. Згуровський, П. І. Бідюк, О. М. Терентьев, Т. І. Просянкін-Жарова. – К. : ТОВ «Видавниче Підприємство «Едельвейс», 2015. – 300 с.

**Prokhorchenko A., Prokopov A., Naidenov O., Sviatova I. Development of requirements for an automated system for managing capacity of the railway infrastructure of Ukraine.** To improve the efficiency of the railway transport of Ukraine in the conditions of rail industry reform and the introduction of equal access to the railway infrastructure, based on the development of requirements for an automated system for managing the allocation of rail infrastructure capacity to improve the quality of scheduling transportation under open access. The analysis of the stages of production processes of Ukrzaliznytsya JSC, included in the procedure of distribution of bandwidth of the network is automated fragmentation. The functions of existing automated systems of allocation capacity distribution on the railways of such countries as: Germany, Switzerland, France, Belgium, Netherlands, Poland are investigated. It is proposed to create its own automated system, which will take into account the specifics of organization of transportation on the railways of Ukraine. Requirements for the formation of an automated system for managing the capacity of railway infrastructure on the basis of a distributed decision support system for realization of a complex of tasks of planning of transportation from the application for the organization of the route to the allocation of capacity, the development of the thread train timetable and the analysis of the implementation of the



transport process. The modular principle of the construction of an automated system is proposed. Measures have been developed for the integration of automated systems operating at Ukrzaliznytsya JSC for information support functions in the allocation of capacity network.

**Keywords:** railroad, infrastructure, capacity, automation, slot train

**Прохорченко А.В., Прокопов А.А., Найденов А.А., Святова І.І.** Розробка вимог до автоматизованої системи управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури України. Розроблені вимоги до формування автоматизованої системи управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури на базі розподіленої системи підтримки прийняття рішень для реалізації комплексу завдань планування перевезень від подачі заявки на організацію маршруту до розподілу пропускнуої спроможності, розробки ланки графіка руху поїздів та аналізу реалізації перевізничного процесу. Представлено модульний принцип побудови автоматизованої системи. Розроблені заходи по інтеграції автоматизованих систем, діючих в АО Укрзалізниця, для інформаційної підтримки функцій при розподілі пропускнуої спроможності мережі.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, инфраструктура, пропускная способность, автоматизированная система, ланка графика.

Надійшла 24.09.2018 р.

**Прохорченко Андрій Володимирович**, д.т.н., доцент кафедри «Управління експлуатаційною роботою», Український державний університет залізничного транспорту. м. Харків, Україна. Email: andrii.prokhorchenko@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3123-5024>

**Прокопов Артем Олексійович**, аспірант, Український державний університет залізничного транспорту. Науковий керівник – д.т.н., доцент Прохорченко Андрій Володимирович. м. Харків, Україна. Email: [prokopovartem1301@gmail.com](mailto:prokopovartem1301@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0001-7324-404>

**Найденов Олександр Олександрович**, магістрант кафедри «Управління експлуатаційною роботою», Український державний університет залізничного транспорту. Науковий керівник – д.т.н., доцент Прохорченко Андрій Володимирович м. Харків, Україна. Email: andrii.prokhorchenko@gmail.com

**Святова Інна Іванівна**, магістрант кафедри «Управління експлуатаційною роботою», Український державний університет залізничного транспорту. Науковий керівник – д.т.н., доцент Прохорченко Андрій Володимирович м. Харків, Україна. Email: andrii.prokhorchenko@gmail.com

**Prokhorchenko Andrii Volodymyrovych**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Operations Management, Ukrainian State University of Railway Transport. Kharkiv, Ukraine. Email: andrii.prokhorchenko@gmail.com.

<https://orcid.org/0000-0003-3123-5024>

**Prokopov Artem Olekseivych**, postgraduate student, Ukrainian State University of Railway Transport. Scientific supervisor - D.T.N., associate professor Andrii Prokhorchenko. Kharkiv, Ukraine. Email: [prokopovartem1301@gmail.com](mailto:prokopovartem1301@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-7324-404>

**Naidenov Oleksand Oleksandrovich**, master's degree in the Department of Operations Management, Ukrainian State University of Railway Transport. Scientific supervisor - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor Andriy V. Prokhorchenko, Kharkiv, Ukraine. Email: andrii.prokhorchenko@gmail.com

**Sviatova Inna Ivanivna**, Master of the Department "Operations Management", Ukrainian State University of Railway Transport. Scientific supervisor - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor Andriy V. Prokhorchenko, Kharkiv, Ukraine. Email: andrii.prokhorchenko@gmail.com