

УДК 656.212:681.3

Н. О. ЛОГВИНОВА

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОГО НАПРЯМКУ В УМОВАХ ПРИСКОРЕНОГО РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ**

Розглядається аналітичний розрахунок пропускної спроможності одноколійного залізничного напрямку з двоколійними вставками в умовах прискореного руху пасажирських поїздів. Для розрахунку пропускної спроможності прийняті уточнені коефіцієнти зйому вантажних поїздів на залізничних напрямках, обладнаних автоблокуванням при різних довжинах блок-ділянок та швидкості руху вантажних та прискорених пасажирських поїздів. Результати досліджень можуть бути використані при організації руху на залізничних напрямках за погодженими розкладами.

**Ключові слова:** залізничний напрямок, пропускна спроможність, коефіцієнт зйому, вантажні та пасажирські поїзда.

**Вступ.** В результаті анексії Криму з'явилась необхідність збільшення перевезення вантажів на адресу портів Одеського регіону. Інфраструктура залізничних напрямків, які ведуть до Одеського залізничного вузла, включає в себе одноколіїні, двоколіїні та одноколіїні напрямки з двоколійними вставками. Наявність різної інфраструктури на підходах до портів, потребує оцінки їх пропускної спроможності, особливо, в умовах прискореного руху пасажирських поїздів.

Основне завдання залізниці – задоволення потреб в перевезенні пасажирів та вантажів в повному заявленому обсязі [1].

Пропускна спроможність залізничних напрямків розраховується в парах поїздів встановленої маси, яку можливо пропустити за одиницю часу (годину, добу) та залежить від: кількості колій та ідентичності перегонів; станційних та міжпоїзних інтервалів; засобів системи СЦБ та зв'язку; швидкостей руху пасажирських та вантажних поїздів та ін. Зв'язок між розмірами руху пасажирських та вантажних поїздів здійснюється через приведення розмірів руху пасажирських поїздів до вантажних з використанням коефіцієнтів зйому, який залежить від різниці швидкостей руху пасажирських та вантажних поїздів і показує зменшення можливої кількості поїздів у вантажному русі у зв'язку з пропуском пасажирських поїздів різних категорій.

Проведені дослідження дозволяють провести оцінку можливої пропускної спроможності залізничних напрямків до портів Одеського регіону та надати рекомендації по вдосконаленню розрахунку наявної пропускної спроможності одноколійних ділянок з двоколійними вставками в умовах прискореного руху пасажирських поїздів.

**Аналіз літературних даних та постановка проблеми.** Для розрахунку пропускної спроможності залізничних напрямків використовується методика [2], яка дозволяє отримати можливі розміри руху вантажних поїздів в залежності від технічного оснащення залізничних ліній та розмірів руху пасажирських поїздів, які при не паралельному графіку руху поїздів приводяться до розмірів вантажного руху через коефіцієнт зйому.

При розрахунку пропускної спроможності залізничних ділянок в дослідженнях [3] рекомендується на станціях враховувати тільки обгони та схрещення поїздів без урахування специфіки руху пасажирських та приміських поїздів.

В трудах [4] автор надає рекомендації по розробці графіка руху вантажних поїздів за погодженими розкладами в залежності від можливої розрахункової пропускної спроможності залізничних напрямків, але при цьому

приймає коефіцієнти зйому вантажних поїздів постійними, не враховує довжину блок-ділянок та прискорений рух пасажирських поїздів.

Дослідженнями [5, 6] встановлено, що існує надмірність обмежень, накладених на величину міжпоїзних інтервалів з боку систем автоматичного блокування, що призводить до зниження рівня наявної пропускної спроможності, виявлено передумови для реалізації на практиці інтервального регулювання рухом поїздів на основі координатного позиціонування поїздів і використання цифрових моделей слідування поїзда. В роботах [5, 6] запропоновано описувати динаміку переміщення по мережі залізниць поїздів будь-яких категорій, але при цьому не враховується прискорений рух пасажирських поїздів, який оказує значний вплив на пропускну спроможність залізничних напрямків.

Розроблені автором [7] функціональна та інформаційна моделі системи інформаційного забезпечення проектування комплексного розвитку залізниць Росії використані для створення основних модулів програмно-технічного комплексу автоматизованого рішення варіантних розрахунків пропускної спроможності залізничних ділянок по перегонах і станціях, які також не враховують умови безпеки руху на коліях Укрзалізниці при прискореному русі пасажирських поїздів [8].

В дослідженнях [9] розглянуто роботу розрахунку графіка руху поїздів на основі програмного комплексу Ельбрус за даними про топологію ділянки залізничного напрямку, умовах пропуску поїздопотоку, розмірах та структурі потоку пасажирських і вантажних поїздів з урахуванням: «вікон», кількості приймально-відправних колій на технічних та дільничних станціях, їх довжин, спеціалізації, допустимих швидкостей руху. В даних дослідженнях не розглядалися різні довжини блок-ділянок та вплив їх на коефіцієнт зйому та пропускну спроможність.

В дослідженнях [10] наведені вимоги, які застосовуються для рухомого складу та інфраструктури залізничних напрямків при швидкісному русі пасажирських поїздів, але не вказаний вплив швидкісного руху пасажирських поїздів на пропускну спроможність залізничних напрямків для вантажного руху.

Для якісної оцінки наявної пропускної спроможності залізничних напрямків в умовах прискореного руху пасажирських поїздів проведені дослідження впливу коефіцієнтів зйому при різних швидкостях пасажирських поїздів усіх категорій та різній довжині блок-ділянок на перегонах, особливо на одноколіїйних та одноколіїйних

© Н. О. Логвінова, 2015

напрямок з двохколійними вставками. Дані вимоги враховані в дослідженнях [11, 12].

Дана стаття є продовженням досліджень [11, 12], пов'язаних з питанням комплексного визначення наявної пропускної спроможності та впливу на неї коефіцієнтів зйому при прискореному русі пасажирських поїздів.

Методики розрахунку коефіцієнтів зйому вантажних поїздів пасажирськими при звичайних швидкостях руху (до 120 км/год.) відомі [2-7, 9, 10], але при застосуванні прискореного (121-160 км/год.) руху не можуть використовуватися із-за додаткових вимог безпеки руху пасажирських поїздів [8].

Для оцінки пропускної спроможності залізничних напрямків в умовах прискореного руху пасажирських поїздів необхідно провести дослідження впливу коефіцієнтів зйому при різних швидкостях руху пасажирських поїздів усіх категорій та різній довжині блок-ділянок на перегонах, по яких обертаються поїзда, особливо на одноколійних напрямках та одноколійних напрямках з двохколійними вставками.

**Ціль та задачі дослідження.** Метою дослідження є визначення впливу коефіцієнтів зйому вантажних поїздів прискореними пасажирськими поїздами на пропускну спроможність залізничних напрямків.

Задачею дослідження є обґрунтування можливих розмірів руху вантажних поїздів по ділянках залізничного напрямку в умовах прискореного руху пасажирських поїздів.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

1. Дослідження коефіцієнтів зйому вантажних поїздів прискореними пасажирськими поїздами при різних довжинах блок-ділянок.

2. Удосконалено математичну модель розрахунку наявної пропускної спроможності одноколійних залізничних напрямків з двохколійними вставками, яка на відміну від існуючих, дозволяє визначити вплив прискореного руху пасажирських поїздів на пропускну спроможність в залежності від довжини блок-ділянок.

**Матеріали та методи дослідження пропускної спроможності на одноколійних ділянках з двохколійними вставками в умовах прискореного руху пасажирських поїздів.** Методичною основою виконання комплексних досліджень є: аналітичний розрахунок коефіцієнтів зйому вантажних поїздів прискореними пасажирськими поїздами; математичне моделювання залежностей коефіцієнту зйому від швидкості руху пасажирських поїздів та довжини блок-ділянок на перегонах.

Для оцінки пропускної спроможності залізничних напрямків при прискореному русі пасажирських поїздів необхідно провести дослідження впливу коефіцієнтів зйому при різних швидкостях пасажирських поїздів усіх категорій та різній довжині блок-ділянок на перегонах, по яких обертаються поїзда, особливо на одноколійних напрямках з двохколійними вставками.

Об'єктом дослідження є процес пропуску вантажного поїздопоток на одноколійному залізничному напрямку з двохколійними вставками Знам'янка – Колосівка при застосуванні прискореного руху пасажирських поїздів.

Предмет дослідження є параметри наявної пропускної спроможності вантажних поїздів при прискореному русі пасажирських поїздів.

Максимально можлива кількість вантажних поїздів, яка може бути пропущена по ділянці за добу при не-паралельному графіку руху, визначається за формулою:

$$N_{\text{ван}} = N_{\text{наяв}} - \varepsilon_{\text{пс}}^{\text{пр}} N_{\text{пс}}^{\text{пр}} - \varepsilon_{\text{пс}} N_{\text{пс}}, \quad (1)$$

де  $N_{\text{наяв}}$  – наявна пропускна спроможність ділянки при паралельному графіку;  $\varepsilon_{\text{пс}}^{\text{пр}}$ ,  $\varepsilon_{\text{пс}}$  – коефіцієнт зйому відповідно для прискорених та звичайних пасажирських поїздів;  $N_{\text{пс}}^{\text{пр}}$ ,  $N_{\text{пс}}$  – кількість пар прискорених та звичайних пасажирських поїздів.

Залізничний напрямок Знам'янка – Одеса є частково двохколійним, а на деяких ділянках – одноколійним з двохколійними вставками.

На залізничному напрямку в обертанні знаходяться 18 пар пасажирських поїздів, які рухаються зі швидкістю до 120 км/год та дві пари прискорених пасажирських поїздів, які рухаються з швидкістю від 121 до 160 км/год. Розміри пасажирського руху приймаються як задані. Отже, розрахунок пропускної спроможності залізничного напрямку Знам'янка – Одеса зводиться до визначення кількості вантажних поїздів, які можуть бути пропущені при заданій кількості пасажирських поїздів.

На напрямку залізничних перевезень Знам'янка – Одеса самою вантажонапруженою дільницею є Помічна – Колосівка, на якій знаходяться 4 одноколійні вставки, обладнані двостороннім автоблокуванням: Трикратне – Олександрівка, Вознесенськ – блокпост 1141 км, Висоцьке – Олійникове, Трикратне – пост 1113 км.

Розрахункова величина коефіцієнта зйому для звичайних швидкостей руху пасажирських поїздів (до 120 км/год) складається з двох частин. Перша частина характеризується різницею часів ходу по розрахунковій дільниці пасажирського і вантажного поїзда (основний зйом -  $\varepsilon_{\text{ос}}$ ), а друга частина обумовлюється не кратністю інтервалів між попутними пасажирськими поїздами розрахунковим міжпоїзним інтервалам (додатковий зйом -  $\varepsilon_{\text{дод}}$ ).

На одноколійних лініях з двохколійними вставками організовується беззупинкове схрещення та обгін вантажних поїздів звичайними пасажирськими поїздами. Коефіцієнти зйому для пасажирських поїздів, що мають більшу швидкість руху по ділянкам ніж вантажні, визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\text{пс}} = \varepsilon_{\text{ос}} + \varepsilon_{\text{дод}} = n_p - n_o + 0,5, \quad (2)$$

де  $n_p$  – розрахункова кількість обгонів вантажних поїздів на ділянці;  $n_o$  – фактична кількість обгонів вантажних поїздів на ділянці.

Розрахункова кількість обгонів вантажних поїздів на ділянці визначається за формулою:

$$n_p = \frac{t_{\text{ван}}(1-\Delta)}{J_p} + 1, \quad (3)$$

де  $t_{\text{ван}}$  – час ходу вантажного поїзда по розрахунковій ділянці, хв.;  $\Delta$  – середнє співвідношення чистого часу ходу пари поїздів, що мають більшу швидкість, ніж вантажні, і часу ходу пари вантажних поїздів на розрахунковій ділянці;  $J_p$  – розрахунковий інтервал між попутними поїздами.

Фактична кількість обгонів вантажних поїздів на ділянці визначається за формулою:

$$n_0 = \frac{t_{\text{ван}}}{t_6}, \quad (4)$$

де  $t_6$  – час ходу вантажного поїзда між обгонами, хв.

Час ходу вантажного поїзда між обгонами визначається за формулою:

$$n_6 = \frac{\tau_{\text{пс}} + t_{\text{уп}}}{1 - \Delta}, \quad (5)$$

де  $\tau_{\text{пс}}$  – середній інтервал прибуття пасажирського поїзда за вантажним на станцію обгону, хв;  $t_{\text{уп}}$  – час уповільнення вантажного поїзда на перегоні перед станцією обгону, хв.

Середній інтервал прибуття пасажирського поїзда за вантажним на станцію обгону визначається за формулою:

$$\tau_{\text{пс}} = \tau_{\text{пс}}^{\text{н}} (1 + \gamma), \quad (6)$$

де  $\tau_{\text{пс}}^{\text{н}}$  – розрахунковий інтервал, хв.;  $\gamma$  – коефіцієнт не ідентичності розташування перегонів.

Додатковий зйом пропускну здатності обгрунтовується не кратністю інтервалу між пасажирськими поїздами розрахунковому інтервалу між вантажними поїздами. Він може змінюватися від 0 до 1. Фактична величина  $\varepsilon_{\text{дод}}$  носить імовірнісний характер; у розрахунках  $\varepsilon_{\text{дод}}$  приймається 0,5.

В умовах прискореного (від 121 до 160 км/год) руху пасажирських поїздів дана методика розрахунку коефіцієнтів зйому підлягає уточненню відповідно до [8]. Вживання формул 1 – 5 недопустимо, оскільки вони не враховують умови безпечного пропуску прискорених поїздів по станціях під час обгону вантажних поїздів.

Інтервал по прибуттю поїздів на станцію при прискореному русі пасажирських поїздів встановлюється в залежності від швидкості проходження пасажирським поїздом міжстанційних перегонів відповідно складає: для швидкості руху до 120 км/год – 6 хв.; для швидкості руху від 121 до 160 км/год – 20 хв.

Проведені дослідження параметрів коефіцієнту зйому вантажних поїздів при різній довжині блок-ділянок від 1,0 до 2,6 км і довжини міжстанційного перегону 10 км довели, що при не пакетному проложенні пасажирських поїздів його чисельна характеристика залежить від співвідношення швидкості руху вантажного і пасажирського поїзда та станційних інтервалів при обгонах. Апроксимацію коефіцієнту зйому при швидкості руху вантажних поїздів 60 км/год та звичайній швидкості руху пасажирських поїздів (до 120 км/год) наведено на рис. 1.

Проведеними дослідженнями з використанням регресивного аналізу встановлено, що коефіцієнт зйому вантажних поїздів пасажирськими для швидкості останніх до 120 км/год можливо розраховувати за формулою:

$$\varepsilon_{\text{пас}} = 0,3591 \ln(V_{\text{пас}}) + l_{\text{б/д}} + \varepsilon_{\text{дод}}, \quad (7)$$

де  $l_{\text{б/д}}$  – довжина блок-ділянки, км;  $V_{\text{пас}}$  – швидкість руху пасажирського поїзда, км/год, ( $V_{\text{ван}} = 60$  км/год.);  $\varepsilon_{\text{дод}}$  – додатковий коефіцієнт зйому,  $\varepsilon_{\text{дод}} = 0,6$ .

Апроксимацію коефіцієнту зйому при швидкості руху вантажних поїздів 60 км/год та швидкості руху пасажирських поїздів від 121 до 160 км/год наведено на рис. 2.

Проведеними дослідженнями з використанням регресивного аналізу встановлено, що коефіцієнт зйому вантажних поїздів пасажирськими для прискореного руху можливо розраховувати за формулою:

$$\varepsilon_{\text{пас}} = 0,045 \cdot V_{\text{пас}} + l_{\text{б/д}} + \varepsilon_{\text{дод}}, \quad (8)$$

де  $\varepsilon_{\text{дод}}$  – додатковий коефіцієнт зйому,  $\varepsilon_{\text{дод}} = 3,4$ .

Наведені формули (7) та (8) розрахунку коефіцієнтів зйому вантажних поїздів пасажирськими можуть бути використані при розрахунках пропускну здатності одноколіїних залізничних напрямків з двохколіїними вставками.

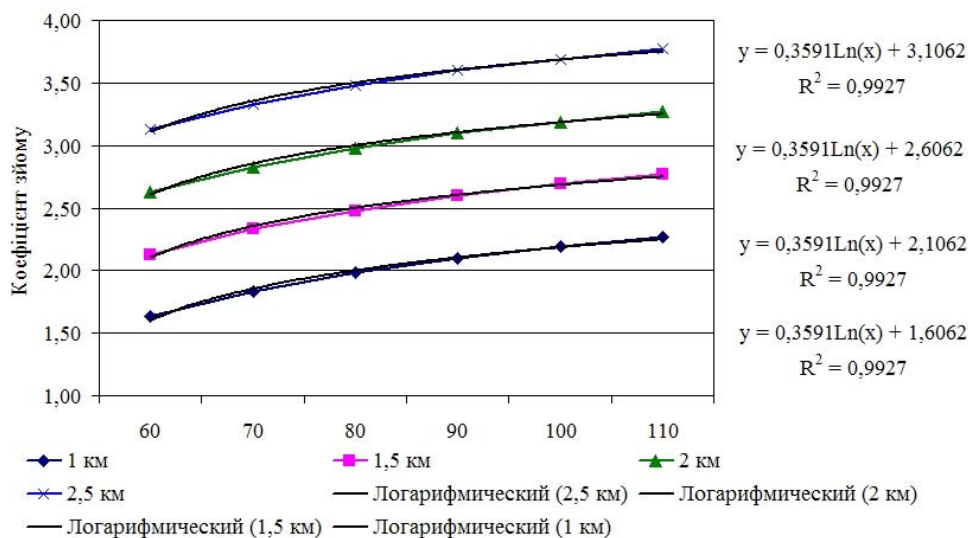


Рис. 1 – Апроксимація коефіцієнту зйому при швидкості руху вантажних поїздів 60 км/год та швидкості руху пасажирських поїздів до 120 км/год

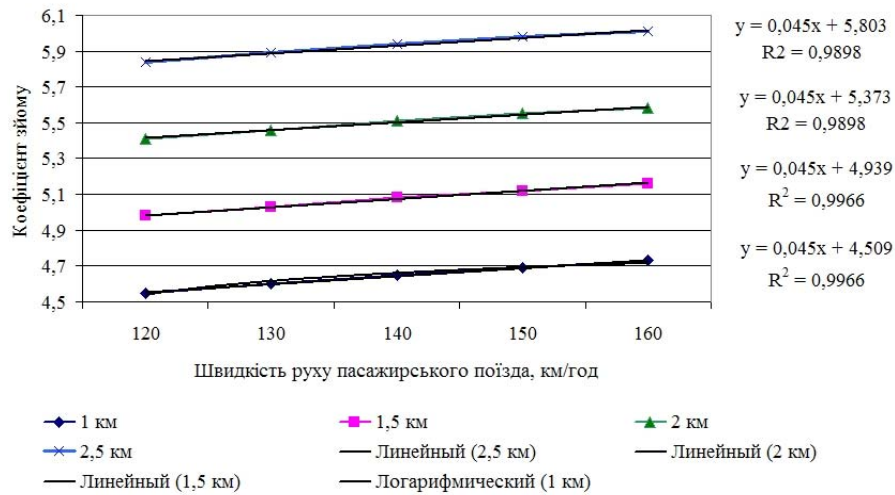


Рис. 2 – Апроксимація коефіцієнту зйому при швидкості руху вантажних поїздів 60 км/год та швидкості руху пасажирських поїздів від 121 до 160 км/год

**Результати дослідження пропускної спроможності на одноколіїних ділянках з двоколіїними вставками в умовах прискореного руху пасажирських поїздів.** В результаті проведених досліджень необхідно відмітити, що апроксимація коефіцієнту зйому вантажних поїздів при швидкостях вантажного поїзда 60 км/год та пасажирського поїзда до 120 км/год розраховується за логарифмічним законом розподілення, а при прискореному русі з швидкістю пасажирських поїздів від 121 до 160 км/год – за лінійною формулою.

При звичайній швидкості руху пасажирських поїздів (до 120 км/год) та швидкості руху вантажних поїздів 60 км/год, довжині блок-ділянок від 1,0 до 2,6 км та середній довжині міжстанційного перегону 10 км коефіцієнт зйому має коливання від 1,7 до 3,8.

При прискореному русі пасажирських поїздів (від 121 до 160 км/год) та швидкості руху вантажних поїздів 60 км/год, довжині блок-ділянок від 1,0 до 2,6 км та довжини міжстанційного перегону 10 км коефіцієнт зйому має коливання від 4,5 до 6,1.

Наявна пропускна спроможність одноколіїного залізничного напрямку з двоколіїними вставками для вантажних поїздів при обертанні на ньому 18 пар пасажирських поїздів, які рухаються зі звичайною швидкістю (до 120 км/год) та двох пар прискорених пасажирських поїздів (швидкість від 121 до 160 км/год), відрізняється від розрахункової за існуючими методиками.

Наявна пропускна спроможності одноколіїного залізничного напрямку з двоколіїними вставками для вантажного руху складає 46 пар поїздів на добу, при застосуванні коефіцієнта зйому вантажних поїздів пасажирськими 1,52, для розмірів вантажного руху залишається 15,6 пар поїздів на добу.

Наявна пропускна спроможність одноколіїного залізничного напрямку з двоколіїними вставками для вантажного руху при змінному коефіцієнту зйому вантажних поїздів пасажирськими з урахуванням 18 пар па-

сажирських поїздів зі звичайною швидкістю руху (до 120 км/год) та двох пар прискорених пасажирських поїздів в залежності від їх швидкості та різній довжині блок-ділянок від 1, 0 до 2,5 км для розмірів вантажного руху має коливання від 11 до 14 пар поїздів на добу.

Діаграму залежності можливої пропускної спроможності одноколіїного залізничного напрямку з двоколіїними вставками для вантажного руху при змінному коефіцієнту зйому вантажних поїздів пасажирськими та різній довжині блок-ділянок від 1, 0 до 2,5 км наведено на рис. 3.

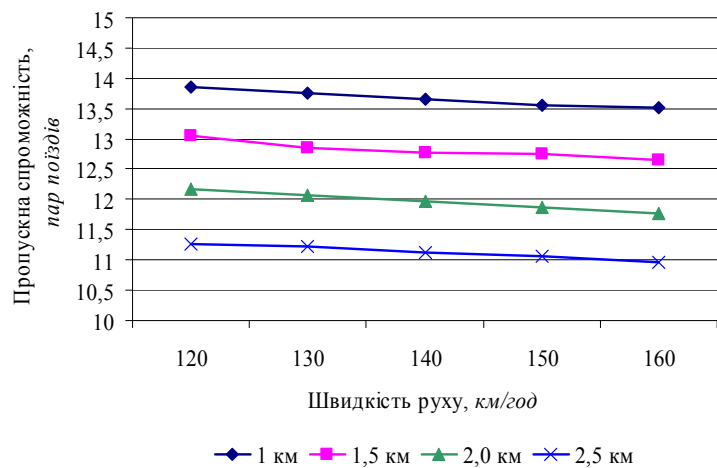


Рис. 3 – Діаграма залежності можливої пропускної спроможності для вантажного руху з урахуванням прискореного руху двох пар пасажирських поїздів та різній довжині блок-ділянок від 1,0 до 2,5 км

Виходячи з проведених досліджень можливо констатувати, що використання існуючих методик розрахунків пропускної спроможності залізничних напрямків на дають точних результатів. При застосуванні проведених досліджень отримані залежності пропускної спроможності одноколіїних залізничних напрямків з двоколіїними вставками при використанні прискореного руху пасажирських поїздів дають більш точні результати.

**Обговорення результатів дослідження пропускної спроможності на одноколіїних ділянках з двоколіїними вставками в умовах прискореного руху пасажирських поїздів.** Наявна пропускна спроможність одноколіїної дільниці з двоколіїними вставками Помічна – Колосівка залізничного напрямку Знам'янка – Одеса для вантажного руху, яка розрахована при змінних коефіцієнтах зйому вантажних поїздів пасажирськими з урахуванням 18 пар пасажирських поїздів зі звичайною швидкістю руху (до 120 км/год) та двох пар прискорених пасажирських поїздів в залежності від їх швидкості та різній довжині блок-ділянок від 1,0 до 2,5 км для розмірів вантажного руху має коливання від 11 до 14 пар поїздів на добу.

При звичайній швидкості руху пасажирських поїздів (до 120 км/год) та швидкості руху вантажних поїздів 60 км/год, коефіцієнт зйому має коливання від 1,7 до 3,8. При прискореному русі пасажирських поїздів (від 121 до 160 км/год) та швидкості руху вантажних поїздів 60 км/год, коефіцієнт зйому має коливання від 4,5 до 6,1.

Наявна пропускна спроможність одноколіїної дільниці з двоколіїними вставками Помічна – Колосівка залізничного напрямку Знам'янка – Одеса для вантажного руху, яка розрахована за існуючою методикою при аналогічних вихідних даних складає 15,6 пар поїздів на добу.

Коефіцієнт зйому вантажних поїздів пасажирськими, розрахований за існуючою методикою складає 1,52.

При зрівнянні результатів досліджень розрахунку наявної пропускної спроможності для вантажного руху, яку запропоновано автором, існуючою методикою та фактичної відхилення пропускної спроможності дільниці Помічна – Колосівка відхилення складає: для запропонованої методики – 6 %, для існуючої методики – 23 %.

Для більш поглибленого дослідження пропускної спроможності одноколіїного залізничного напрямку з двоколіїними вставками запропоновану методику можливо поглибити за рахунок введення змінної швидкості вантажних поїздів.

В якості обмежень, в запропонованій методикі розрахунку пропускної спроможності на одноколіїному напрямку з двоколіїними вставками, прийняті розміри руху прискорених пасажирських поїздів на даній дільниці. Автор не може стверджувати, що при застосуванні запропонованої методики розрахунку на інших одноколіїних ділянках з двоколіїними вставками інфраструктури Укрзалізниці будуть отримані аналогічні результати.

Розроблені процедури і методи можуть бути використані при створенні автоматизованих систем підтримки прийняття рішень при організації перевезень вантажів по одноколіїних залізничних напрямках з двоколіїними вставками в умовах прискореного руху пасажирських поїздів; при розробці АРМ диспетчерського персоналу оперативного-розпорядчих відділів дирекцій та залізниць; при організації руху вантажних поїздів за погодженими розкладами

Рекомендовані залежності розрахунку пропускної спроможності одноколіїних залізничних напрямків з двоколіїними вставками дозволяють отримати більш точні результати в порівнянні з методиками, наведеними [2-7, 9-12], з урахуванням прискореного руху пасажирських поїздів та вимог [8].

**Висновки.** В результаті проведених досліджень встановлено:

1. Коефіцієнти зйому вантажних поїздів пасажирськими, які рухаються зі швидкістю до 120 км/год, змінюються за логарифмічним законом розподілення та мають коливання від 1,7 до 3,8 в залежності від довжини блок-ділянок та змінній швидкості руху прискорених пасажирських поїздів.

Коефіцієнти зйому вантажних поїздів пасажирськими, які рухаються зі швидкістю від 121 до 160 км/год, змінюються за лінійною формулою розподілення та мають коливання від 4,5 до 6,1 в залежності від довжини блок-ділянок та змінній швидкості руху прискорених пасажирських поїздів.

2. Удосконалено математичну модель розрахунку наявної пропускної спроможності одноколіїних залізничних напрямків з двоколіїними вставками, яка на відміну від існуючих, дозволяє визначити вплив прискореного руху пасажирських поїздів на пропускну спроможність для вантажного руху в залежності від довжини блок-ділянок та забезпечує відхилення від фактичних розмірів руху 6 %.

**Список літератури:** 1. Статут залізниць України [Текст] / Затв. постановою кабінету міністрів України від 6.04.1998 р № 457. 2. Организация движения на железнодорожном транспорте [Текст] / Под ред. Ф. П. Кочнева. М.: Транспорт, 1979. - 568 с. 3. Левин, Д. Ю. Расчет и использование пропускной способности железных дорог: монография [Текст] / Д. Ю. Левин, В. Л. Павлов – М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. - 364 с. - ISBN 978-5-9994-0083-3 4. Бородин, А. Ф. Эксплуатационная работа железнодорожных направлений [Текст] / А. Ф. Бородин // Труды ВНИИАС. Вып. 6. – М: БизнесПроект. – 2008. – С. 307-314. 5. Железнов, Д. В. Оптимизация движения поездов при ограничениях пропускной способности «окна» для производства капитального ремонта пути [Текст] / Д. В. Железнов, Е. Н. Светлакова. – Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2012. – 120 с. – ISBN 978-3-8484-1252-5. 6. Железнов, Д. В. Методология усиления провозной способности железных дорог России в условиях реформы отрасли [Текст]: диссертация доктора техн. наук / Д. В. Железнов; Моск. гос. ун-т путей сообщ. – М., 2013. – 324 с. 7. Батурич, А. П. Теория выбора оптимального развития технического оснащения сети железных дорог [Текст] / диссертация доктора техн. наук / А. П. Батурич; М: МИИТ. – 2000. – 336 с. 8. Тимчасова інструкція з організації швидкісного руху пасажирських поїздів. Вимоги до інфраструктури та рухомого складу [Текст] / Затв. нац. Укрзалізниці від 12.07.02 № 360-Ц 9. Виноградов, С. А. Предложения по разработке и автоматизации технологии оценки влияния параметров перевозочного процесса на пропускные способности участков железных дорог [Текст] / С. А. Виноградов // Бюллетень объединённого учёного совета ОАО «РЖД». – 2012. – № 3. – С. 22-26. 10. Анисимов, П. С. Высокоскоростные железнодорожные магистрали и пассажирские поезда: монография [Текст] / П. С. Анисимов, А. А. Иванов – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 542 с. - ISBN 978-5-9994-0088-8 11. Вернигора, Р. В. Аналітичний розрахунок коефіцієнтів зйому вантажних поїздів пасажирськими в умовах швидкісного руху [Текст] / Р. В. Вернигора, О. Ю. Папахов, Н. О. Логвінова//Східно-Європейський журнал передових технологій – 2013. № 2/3 (62) - С. 51-55. 12. Папахов, О. Ю. Обгрунтування руху поїздів на напрямках за погодженими розкладами [Текст] / О. Ю. Папахов, Н. О. Логвінова //Науковий журнал «Електрифікація транспорту». – 2014, № 8, с. 110 – 116.

**Bibliography (transliterated):** 1. Postanovoyu kabinetu ministriv Ukraini No 457/ (1998). Statut zaliznits Ukraini. 2. Kochnev, F. (1979). Organizatsiya dvizheniya na zheleznodorozhnom transporte. 568 p. 3. Levin, D., Pavlov V. (2111). Raschet i ispolzovanie propusknoy sposobnosti zheleznih dorog: monografiya. M.: FGOU «Uchebno-metodicheskiy tsentr po obrazovaniiyu na zheleznodorozhnom transporte», p. 364 s.-ISBN 978-5-9994-0083-3 4. Borodin, A. (2008). Eksploatatsionnaya rabota zheleznodorozhnyih napravleniy. Trudy VNIAS, 6, M: BiznesProekt, 307-314. 5. Zheleznov, D., Svetlakova E.

(2012). Optimizatsiya dvizheniya poezdov pri ogranicheniyah propusknoy sposobnosti «okna» dlya proizvodstva kapitalnogo remonta puti. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, p. 120 s. – ISBN 978-3-8484-1252-5. **6.** Zheleznov, D. (2013). Metodologiya usileniya provoznoy sposobnosti zheleznih dorog Rossii v usloviyah reformy otrasli. dissertatsiya doktora tehn. Nauk. Mosk. gos. un-t putey soobshch. – M., p. 324. **7.** Baturin, A. (2000). Teoriya vyibora optimalnogo razvitiya tehniceskogo osnascheniya seti zheleznih dorog. dissertatsiya doktora tehn. Nauk. – M: MИТ, p. 336. **8.** nak. Ukrzaliznitsi vid 12.07.02 no 360-TS. (2002). Timchasova instruktziya z organizatsiyi shvidkissnogo ruhu pasazhirskih poyizdiv. Vimogi do infrastrukturi ta ruhomogo skladu. **9.** Vinogradov, S. (2012). Predlozheniya po razrabotke i avtomatizatsii tehnologii otsenki

vliyaniya parametrov perevozochnogo protsessa na propusknyie sposobnosti uchastkov zheleznih dorog. Byulleten ob'edinyonnogo uchyonogo soveta OAO «RZhD», 3, 22-26. **10.** Anisimov P., Ivanov A. (2011). Vyisokoskorostnyie zheleznodorozhnyie magistrali i passazhirskie poezda: monografiya. –M.: GOU «Uchebno-metodicheskiy tsentr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte», p. 542 - ISBN 978-5-9994-0088-8 **11.** Vernigora, R., Papahov O., Logvinova N. (2013). Analitichniy rozrahunok koefitsientiv z'yomu vantazhnih poizdiv pasazhirskimi v umovah shvidkissnogo ruhu. Shidno-Evropeyskiy zhurnal peredovih tehnologiy, 2/3 (62), 51-55. **12.** Papahov, O., Logvinova N. (2014). Obgruntuvannya ruhu poyizdiv na napryamkah za pogodzhenni rozkladami. Naukoviy zhurnal «Elektrifikatsiya transportu», 8, 110 – 116.

Надійшла (received) 07.06.2015

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Логвінова Наталія Олександрівна** – кандидат технічних наук, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, доцент кафедри "Управління експлуатаційною роботою"; тел.: 067-524-43-22; e-mail: [nata4ka8007@mail.ru](mailto:nata4ka8007@mail.ru).

**Логвинова Наталья Александровна** – кандидат технических наук, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, доцент кафедры "Управление эксплуатационной работой"; тел.: 067-524-43-22; e-mail: [nata4ka8007@mail.ru](mailto:nata4ka8007@mail.ru).

**Logvinova Natalya** – candidate of technical sciences, associate professor, Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician Lazarian; tel.: 067-524-43-22; e-mail: [nata4ka8007@mail.ru](mailto:nata4ka8007@mail.ru)

УДК 621.341

**И. И. СИЛИ**

#### ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ Е-СЕКТОРИАЛЬНОГО РУПORA

В работе проведено теоретическое обоснование параметров широко-полосной антенны для угнетения жизнедеятельности колорадского жука и его личинок. Применение радиоимпульсного электромагнитного излучения для борьбы с колорадским жуком предусматривает использование секториальных рупорных излучателей с расширением в плоскости вектора  $\vec{E}$ . Е-секториальный рупор наиболее подходит для решения поставленной в работе задачи, так как обеспечивает более широкую диаграмму направленности в плоскости параллельной поверхности земли, а вектор  $\vec{E}$  в излучающем раскрыве будет перпендикулярен поверхности земли.

**Ключевые слова:** широкополосная радиоимпульсная антенна, диаграмма направленности антенны, колорадский жук, Е-секториальный рупор.

**Введение.** В сельскохозяйственном производстве Украины важное место занимает выращивание картофеля. Поэтому с повсеместным выращиванием картофеля возрастают и требования по защите его от насекомых-вредителей, которые влияют на качество и количество урожая. Самым опасным вредителем картофеля является колорадский жук [1]. В настоящее время в Украине для уничтожения колорадского жука применяют только химические препараты: хлорофос, полихлорпинен, полихлоркамфен, гамма-изомер, дилор, фталофос и др. Применение химических препаратов вызывает обеднение биоценоза, загрязнение биосферы, появление устойчивых к пестицидам вредителей, повышение плодovitости отдельных насекомых, хрущей и др. Химические препараты, попадая в организм человека через клубни картофеля, снижают иммунитет, поражают печеньку и другие органы, что приводит к разным заболеваниям, раннему старению [2].

Следовательно, для сохранения и повышения урожайности картофеля нужны другие подходы, основанные на применении информационно-энергетической радиоимпульсной электромагнитной технологии для уничтожения колорадского жука [3].

Таким образом, исследования и разработка метода радиоимпульсной электромагнитной биотехнологии и электронных систем, в том числе и Е-секториальной рупорной антенны, для уничтожения колорадского жука и его личинок является, несомненно, необходимой задачей.

**Анализ предшествующих исследований и постановка проблемы.** Различные типы антенн нашли широкое применение в радиолокации, исследовании электромагнитной совместимости и устойчивости радиоэлектронных систем и в других условиях [4,5]. В радиолокации для передачи широких импульсов применяются антенны поверхностных волн и волноводно-рупорные антенны. К классу излучающих систем поверхностных волн относятся антенны с замедленной фазовой скоростью ( $V_{\phi} < c$ ) [6]. Характерной особенностью таких антенн являются их малые поперечные размеры. В качестве плоских замедляющих систем используются структуры в виде тонкого слоя диэлектрика на металлической подложке и гребенчатые структуры. К недостаткам антенн поверхностных волн следует отнести сравнительно мало

© И. И. Сили, 2015