

Н. О. ЛОГВІНОВА (ДНУЗТ)

Кафедра «Управління експлуатаційною роботою», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпропетровськ, Україна, тел.: (067) 524-43-22, ел. пошта: nata4ka@mail.ru, ORCID: orcid.org/0000-0002-0730-247X

ОПТИМІЗАЦІЯ ХОДОВОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ НАПРЯМКУ В УМОВАХ ЕНЕРГООПТИМАЛЬНОГО ГРАФІКУ РУХУ ПОЇЗДІВ

Постановка проблеми

Основним документом, який регламентує роботу залізниці - графік руху поїздів, основою якого є перегінний час руху поїздів різних категорій (вантажних, пасажирських, місцевих). Перегінний час ходу значною мірою впливає на технічну та дільничну швидкість вантажних поїздів, обіг та потрібний парк вагонів та локомотивів. Час руху поїздів по перегонам встановлюється за тяговими розрахунками в залежності від маси поїзда та тягових характеристик локомотивів, які слідує в голові поїздів.

На перегонах на час ходу вантажних поїздів впливають такі основні фактори: повздовжній план і профіль колії, маса поїздів, що обертаються на ділянці, діючи обмеження швидкості, технічні характеристики локомотивів, факт локомотивних бригад. Розрахунковий перегінний час ходу поїздів виконується для умов максимального використання потужності локомотивів при збільшенні ходової швидкості, що приводить до коливань витрат енергетичних ресурсів на перевезення. При збільшенні ходової швидкості поїздів – збільшуються енергетичні витрати на перевезення.

При застосуванні на Укрзалізниці прискореного руху пасажирських поїздів, збільшується кількість обгонів пасажирськими поїздами вантажних, що приводить до зупинок на станціях останніх та подальшого розгону після обгону. Таким чином, необхідно оцінити вплив відношення різниці в швидкостях пасажирських і вантажних поїздів на витрати енергетичних ресурсів, які використовують вантажні поїзда.

Аналіз останніх досліджень

Дослідження проблем збільшення швидкостей руху поїздів мало місце в роботах великої кількості вчених. Практично всі їх можливо поділити на дві групи:

- до першої групи віднести дослідження направлені на економіко-математичні моделі, які мінімізують витрати залізниці на перевезення,

пов'язані з прискоренням просування вантажопотоків [1, 2, 3];

- до другої групи віднести дослідження з оптимізації маси та швидкості вантажних поїздів з точки зору використання максимальної пропускної спроможності залізничних напрямків [4, 5].

Проблема оптимізації маси та швидкості руху поїздів досліджувалися закордонними вченими [6, 7, 8]. В цих роботах поставлена проблема вирішувалась лише для пасажирського руху.

Загальним недоліком цих робіт є недостатній облік фактора паливно-енергетичних ресурсів.

Мета та задачі

Метою дослідження є розробка методики визначення раціональних швидкостей руху пасажирських та вантажних поїздів на залізничному напрямку Знам'янка – Одеса. Основною задачею дослідження є оцінка впливу ходових швидкостей руху вантажних поїздів на параметри функціонування інфраструктури електрифікованого змінним струмом залізничного напрямку Знам'янка – Одеса.

Виклад основного матеріалу

Інфраструктура залізничного напрямку Знам'янка – Одеса є двохколісною, але в місцях з важким рельєфом місцевості в районі дільничної станції Помічна є одноколіїні вставки, а на мостових переходах обмеження маси руху поїздів по штучним спорудам.

Витрати по перевезенню вантажів можливо розділити на дві складові:

- постійні і не залежні від об'єму перевезень (витрати по обслуговуванню постійних пристроїв інфраструктури);

- залежні - безпосередньо визначаються інтенсивністю завантаження елементів мережі вантажними і пасажирськими поїздопотоками.

Витрати на двохколіїній ділянці і ділянці з двохколіїними вставками залізничного напрямку Знам'янка – Одеса досліджені в роботі [9].

Вплив прискореного та швидкісного руху пасажирських поїздів на вантажні відобража-

ється завдяки коефіцієнту зйому, розміри якого в залежності від швидкості руху досліджені в роботі [10].

Актуальність розвитку і удосконалення методів управління рухом поїздів пов'язано з необхідністю використання критеріїв мінімуму вартості електроенергії, спожитої на тягу поїздів, в той час як у більшості випадків застосовують на залізниці критерій мінімуму спожитої електроенергії. Одночасно з цим виникають додаткові проблеми щодо зміни планування і організації процесу перевезень.

Вибір оптимальних режимів руху поїздів є однією з основних задач залізничного транспорту. Задача оптимального руху поїздів, в першу чергу, визначається повнотою обліку сукупності факторів, які характеризують дільницю, моделлю поїздів, різноманітними факторами і умовами процесу руху поїздів по змінному профілю колії, а також силами, які при цьому виникають і т.д.

На основі даних про залізничну дільницю (поїзд, локомотив, час руху, обмеження швидкості, тарифи, які застосовуються на електроенергію та ін.) розраховується оптимальний за вартістю режим ведення поїзда у виді карти дільничних швидкостей або перегінних часів ходу.

Отримані результати можуть бути основою методики оцінювання економічної ефективності застосування змінних тарифів і вартісної організації процесу перевезень на електрифікованій дільниці та умов ОРЕ, а також створення такої технології.

При характеристиці задачі вибору оптимальних режимів ведення поїздів необхідно враховувати такі параметри, як координати колії і часу; управління (номер позиції контролера); швидкість центру маси поїзда; маси локомотива і поїзда; коефіцієнт інерції мас, які обертаються; прискорення сили тяжіння; сила тяги локомотива; опір поступального руху поїзда; діюча на поїзд гальмівна сила; температура перегріву тягових електродвигунів; теплові характеристики і струм тягового електродвигуна, сумарна сила натискання гальмівних колодок; напруга контактної мережі; сукупність випадкових факторів задачі. Крім того, необхідно враховувати наступні характеристики – активний струм електровозу, еквівалентний опір тягової мережі, тарифи на оплату електроенергії.

В умовах концепції Укрзалізниці по скороченню нічних пасажирських поїздів з заміною їх на денні експresi, денний час доби буде зайнятий пасажирськими перевезеннями, а з урахуванням коефіцієнтів зйому вантажних поїздів

значний обсяг вантажних перевезень прийде на нічний час.

Висока міра кореляції між характеристиками маса поїздів брутто і енергоспоживання на тягу поїздів, відома з дослідження [11], дає можливість побудови ефективних інформаційних систем регулювання енергоспоживання.

Характеристики поїздопотоків в часі по відомих маршрутах руху служать вихідними даними для алгоритмів розрахунків оптимальних інтервалів між поїздами і маси поїздів, які мінімізують витрату електроенергії на тягу.

Важливим сучасним напрямком залізничних перевезень на електрифікованих ділянках постає задача зменшення постійно зростаючих питомих витрат на спожиті енергоресурси та вартість електроенергії. Залежність між обсягами перевезень, енергоспоживанням на тягу поїздів отримані за результатами досліджень тягово-енергетичної лабораторії Одеської залізниці. Розрахунки споживання електроенергії на тягу поїздів на напрямку Знам'янка – Помічна - Колосівка – Одеса-Сортувальна, виконані для вантажних поїздів, показали відмінності в показниках вартості ефективності.

В роботі [11] представлені графіки фактичного споживання електроенергії при веденні вантажних та пасажирських поїздів на напрямку. Варто зазначити важливу особливість організації процесів перевезень, оптимальних по критерію мінімуму вартості спожитої на тягу електроенергії. При вартісній оптимізації для дільниць необхідно створення пакету режимних карт, кожна з яких повинна використовуватись в різні періоди доби.

Економіко-математична модель оптимізації швидкості руху вантажних поїздів по критерію мінімізації витрат залізниці, яка включає в себе не тільки витрати на паливно-енергетичні ресурси, а і витрати, пов'язані з експлуатацією локомотивів і роботою локомотивних бригад має вигляд

$$C = C_{\text{ел}} + C_{\text{лок}} + \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де $C_{\text{ел}}$ – витрати, пов'язані з використанням електроенергії при пропуску вантажного поїзда по залізничному напрямку без зупинок, грн.;

$C_{\text{лок}}$ – експлуатаційні витрати, віднесені до використання електроенергії на власні потреби електровоза та локомотивної бригади, які віднесені на весь час знаходження вантажного поїзда на напрямку, грн.;

Витрати, пов'язані з використанням електроенергії при пропуску вантажних поїздів по напрямку розраховується за формулою

$$C_{\text{ел}} = W \cdot e_{\text{ел}} = (W_{\text{ел}} + W_{\text{вл}} + W_{\text{зуп}}) \cdot e_{\text{ел}}, \quad (2)$$

де $e_{\text{ел}}$ – вартість кВт електроенергії, грн.;

$W_{\text{ел}}$ – витрати електроенергії на тягу вантажного поїзда, у випадку слідування його по залізничному напрямку без зупинок, які визначаються за допомогою програми «ГАС Railway», кВт;

$W_{\text{вл}}$ – витрати електроенергії на власні потреби електровоза за весь час знаходження електровоза на залізничному напрямку, кВт;

$W_{\text{зуп}}$ – додаткові витрати електроенергії, пов'язані з зупинками вантажного поїзда для обгону його пасажирським, кВт.

Витрати електроенергії на власні потреби електровоза за весь час знаходження електровоза на залізничному напрямку визначаються за формулою

$$W_{\text{вл}} = \frac{(t_{\text{ход}}^{\text{ван}} + t_{\text{ход1}}^{\text{ван}})}{60} W_{\text{вл}}, \quad (3)$$

де $t_{\text{ход}}^{\text{ван}}$ – час ходу вантажного поїзда по залізничному напрямку, без урахування першої ділянки, хв.;

$t_{\text{ход1}}^{\text{ван}}$ – час ходу вантажного поїзда по першій ділянці напрямку, хв.

$W_{\text{вл}}$ – питомі витрати електроенергії на власні потреби локомотива, кВт/год.

Додаткові витрати електроенергії, пов'язані з зупинками вантажного поїзда для обгону його пасажирським розраховуються за формулою

$$W_{\text{зуп}} = n_{\text{обг}} \cdot w_{\text{зуп}}, \quad (4)$$

де $n_{\text{обг}}$ – кількість обгонів пасажирськими поїздами вантажних на всьому залізничному напрямку, яка визначається відповідно [10];

$w_{\text{зуп}}$ – середні додаткові витрати електроенергії, кВт.

Графік залежності витрат електроенергії на перевезення 1 тони маси поїзда наведено на рис. 1.

Проведеними дослідженнями витрат електроенергії встановлено, що витрати електроенергії на тягу поїздів залежить від характеристики повздовжнього профілю колії та кількості локомотивів. При критичній масі поїзда для одного локомотива різко збільшуються витрати еле-

ктроенергії (4500 т., 6500 т.) та необхідний перехід на збільшення одиниць тягового рухомого складу.

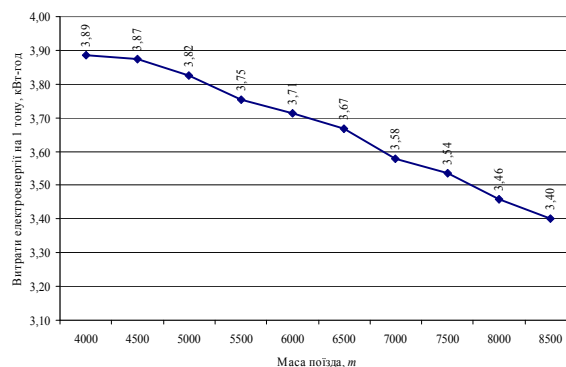


Рис. 1. Графік залежності витрат електроенергії на 1 тону маси поїзда

Аналіз витрат електроенергії на перевезення 1 тони вантажу по залізничному напрямку необхідний для визначення витрат залізниці на перевезення, що є актуальним за умов постійного зростання вартості електроенергії, яка використовується на тягу поїздів.

Згідно з результатами дослідних поїздок тягово-енергетичної лабораторії Одеської залізниці, теоретичних розрахунків і технічного стану локомотивів, норму маси для вантажних поїздів три секційними електровозами ВЛ80с рекомендується встановити 6900 т, чотирьох секційним електровозом – 9200 т.

Ведення поїздів масою більше 6000 т здійснюється з розміщенням електровозів ВЛ80 (дві секції) в голові і хвості состава з об'єднанням гальмівної магістралі. Для попередження розриву поїздів найбільша сумарна сила тяги локомотивів, які знаходяться в голові поїзда, при рушанні поїзда з місця визначається, виходячи із максимально допустимого поздовжнього зусилля на автосцепці при рушанні, рівного 95 тс.

Висновки тягово-енергетичної лабораторії Одеської залізниці свідчать, що по основному напрямку перевезень є можливість ведення поїздів масою до 9000 т. Це можливо при виконанні вище перерахованих заходів щодо режиму ведення поїзда, здійснення експлуатаційних заходів щодо пропуску поїздів по дільниці та встановлення відповідного контролю зі сторони служби колії за станом колій.

Результати моделювання кількості обгонів у варіантних графіках руху поїздів по напрямку Знамянка – Одеса та загальна кількість зупинок вантажних поїздів, що приходяться на один поїзд графічно зображено на рис. 2.

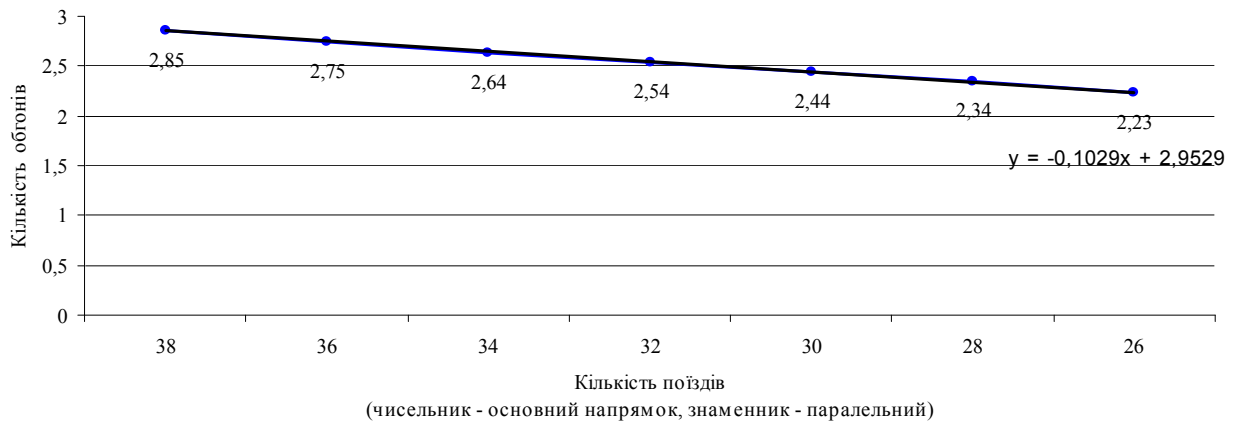


Рис. 2. Графік моделювання кількості обгонів вантажних поїздів на напрямку

За результатами моделювання кількості обгонів вантажних поїздів пасажирськими на ділянці Знам'янка - Одеса, що приходяться на один поїзд при використанні методів регресійного аналізу, необхідно зробити наступні висновки:

- кількість обгонів вантажних поїздів пасажирськими, що приходяться на один вантажний поїзд при зменшенні розмірів руху вантажних поїздів зменшується з 2,85 до 2,44.

- кількість обгонів зменшується за лінійною залежністю від кількості вантажних поїздів за формулою

$$n_{\text{обг}} = -0,1024 \cdot N_{\text{ван}} + 2,9524. \quad (5)$$

На основі системного аналізу були сформульовані мета та задачі дослідження і обрано методи їх вирішення за рахунок мінімізації цільової функції експлуатаційних витрат на перевезення.

Висновки

Проведеними дослідженнями встановлено, що кількість обгонів вантажних поїздів пасажирськими

залежить від ходової швидкості останніх і на залізничному напрямку Знам'янка – Одеса при пропуску 38 пар вантажних поїздів має лінійний характер і складає близько 2 обгонів. Витрати електроенергії, які приходяться на 1 тону маси поїзда на тягу поїздів і власні потреби електровоза залежать від маси поїзда та кількості задіяних локомотивів та зменшуються від 3,89 кВт/год при масі поїзда 4 000 т до 3,40 кВт/год при масі поїзда 8 500 т.

Одним із важливіших факторів, які визначають оптимальну ходову швидкість руху вантажних поїздів є розміри пасажирського руху та різниця швидкості пасажирських і вантажних поїздів. Дослідженнями встановлено, що при збільшенні ходової швидкості вантажних поїздів (при незмінній швидкості пасажирських) тем менші додаткові витрати електроенергії, тому, на залізничних напрямках з великими розмірами пасажирського руху, оптимальна ходова швидкість вантажних поїздів при обліку даного чинника, буде незначно більше чим та, яка отримана при зупинках вантажного поїзда.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бакланов, А. А. Принципы выбора энергооптимальных скоростей движения и режима работы электровоза [Текст] / Доклады четвертой Международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электроподвижного состава». – Новочеркасск: ОмГУПС, 2003. – С. 118 – 120.
2. Бакланов, А. А. Энергетический баланс движения для решения задач снижения расхода электроэнергии на тягу поездов [Текст] / А.А. Бакланов // Транспорт: наука, техника, управление / ВИНТИ. – 2005. - №6. – С. 32 – 35.
3. Полянин, Г.Е. Рекомендации по выбору оптимальных скоростей движения и весовых норм грузовых поездов на участке железной дороги [Текст] /

REFERENCES

1. Baklanov, A. Guidelines on choosing energo-optimalnyh speeds and modes of operation of electric [Text] / Report of the Fourth International Scientific Conference "Status and prospects of development of electric rolling stock." - Novocherkassk: OmGUPS, 2003, pp. 118 – 120.
2. Baklanov, A. The energy balance of the movement to address the problem of reducing energy consumption for traction [Text] / A. Baklanov // Transport: science, technology, management / VINITI, 2005, No. 6, pp. 32 – 35.
3. Polyaniin, G. Guidelines for selecting the optimum speeds and weight standards of freight trains on the railway [Text] / G. Polyaniin // Improving the energy

© Логвінова Н. О., 2015

Г.Е. Полянин // Повышение тягово-энергетической эффективности магистральных электровозов: Межвузовский тематический сборник научных трудов. – Омск: ОМИИТ. – 1989. – С. 28 – 34.

4. Малькевич, Н.А. Ресурсосберегающие технологии в поездной работе [Текст] / Н.А. Малькевич, М.И. Шкурин, Н.Ф. Зеньчук // Самарский ин-т инж. ж.-д. транспорта: Межвузовский сб. науч. Трудов. – 2001. – №21. – С. 340 – 344.

5. Кузнецов, В. Г. Розробка наукових принципів зменшення витрат електроенергії в тяговій мережі постійного струму шляхом регулювання транспортного потоку [Текст] / В.Г. Кузнецов, К.О. Калашников // Електрифікація транспорту: науковий журнал. – Д: ДНУЗТ. – 2014. – №8. – С. 104-109.

6. Вебер, П. Ю. К вопросу определения скорости движения на железных дорогах Европы [Текст] / П.Ю. Вебер // Железные дороги мира. -1983. - №5. - С. 2-5.

7. Оптимальные с экономической точки зрения максимальные скорости на Австралийских федеральных железных дорогах [Текст] // Железнодорожный транспорт за рубежом: ЭИ / ЦНИИТЭИ МПС. – 1995. – Сер. 1. – Вып. 5. – С. 5-19.

8. Оценка существующих нормативов ограничения скорости движения поездов (США) [Текст] // Управление, логистика и информатика на транспорте: ЭИ/ВИНИТИ. – 1999. – №15.

9. Логвінова Н.О. Моделювання роботи залізничної інфраструктури з паралельними ходами [Текст] / Н. О. Логвінова, Р. В. Вернигора, О. Ю. Папахов, // Науковий Вісник НГУ. – Д.: НГУ, 2013. – Вип. 3. – С. 93-102.

10. 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.

11. Логвінова Н. О. Методика визначення собівартості вантажних перевезень на електрифікованих ділянках [Текст] / Н.О. Логвінова // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: 71 міжнар. наук.-практ. конф., 14-15 квітня 2011 р.: тези доп. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2011. – С. 138-139.

efficiency of the trailer electric locomotives: Interuniversity thematic collection of scientific papers. - Omsk: OMIIT, 1989, pp. 28-34.

4. Malkevich, N, Shkurin, M, Zenchuk, N Resource-saving technologies in the train [Text] / N. Malkevich, M. Shkurin, N. Zenchuk // Samara Inst Ing. railroad Transportation: Intercollegiate Sat scientific. Proceedings, 2001, No. 21, pp. 340 – 344.

5. Kuznetsov, V, Kalashnikov K. Rozrobka naukovo printsiptiv zmenshennya vitrat elektroenergiї in tyagoviy merezhi postiyного struma shlyakhom reguluvannya traffic flows [Text] / V. Kuznetsov, K. Kalashnikov // Electrification of transport. D: DNURT, 2014, No. 8, pp. 104-109.

6. Weber, P. On the question of determining the speed of railways in Europe [Text] / P. Weber // Railways of the world, 1983, No. 5, pp. 2-5.

7. The optimal from an economic point of view, the maximum speed on the Australian Federal Railways [Text] // Rail abroad: EI / TSNIITEI MPS, 1995, Ser. 1, No. 5, pp. 5-19.

8. Assessment of existing regulations limit the speed of trains (USA) [Text] // management, logistics and informatics in transport: EI / VINITI, 1999, № 15.

9. Logvinova N. Modelyuvannya roboty zaliznichnoyi infrastrukturi z parallelnimy hodamy [Text] / N. Logvinova, R. Vernigora, A. Papakhov, Naukova // News of the NSU. D.: NSU, 2013, Iss. 3, p. 93-102.

10. Vernigora R. Analitichny rozrahunok koefitsiyentiv z'yomu vantazhnykh poyizdiv pasazhirskimi v umovakh shvidkysnogo ruhu [Text] / R. Vernigora, A. Papakhov, N. Logvinova // Shidno-Yevropeyskiy Journal peredovoykh tehnologiy, 2013, No 2/3 (62), pp. 51-55.

11. Logvinova N. Methodyka viznachennya sobivartosti vantazhnykh perevezen na elektrifikovanih dilyankah [Text] / N. Logvinova // Problemy ta perspektyvy rozvitku zaliznicnovo transporut: 71 mizhnar. nauk.-pract. conf., 2011, Dnipropetrovsk: DNURT, 2011, pp. 138-139.

Надійшла до друку 04.06.2015.

Внутрішній рецензент *Сиченко В. Г.*

Зовнішній рецензент *Панасенко М. В.*

Метою дослідження є розробка методики визначення раціональних швидкостей руху пасажирських та вантажних поїздів на залізничному напрямку Знам'янка – Одеса. Основною задачею дослідження є оцінка впливу ходових швидкостей руху вантажних поїздів на параметри функціонування інфраструктури електрифікованого змінним струмом залізничного напрямку Знам'янка – Одеса. Об'єктом дослідження виступає електрифікований змінним струмом залізничний напрямок Знам'янка – Одеса. Предметом дослідження є процес пропуску вантажних поїздів по залізничному напрямку Знам'янка – Одеса з різними нормами маси. Методом дослідження є системний підхід до поставленої проблеми пропуску вантажних поїздів різної маси на залізничному напрямку. Науковою новизною є визначення раціональних швидкостей руху вантажних поїздів різної маси при прискореному русі пасажирських поїздів.

Ключові слова: швидкість руху поїздів; енергозберігаючий графік руху; маса поїзда.

УДК 656.212

Н. А. ЛОГВИНОВА (ДНУЖТ)

Кафедра «Управление эксплуатационной работой», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Днепропетровск, Украина, тел.: (067) 524-43-22, эл. почта: nata4ka@mail.ru, ORCID: orcid.org/0000-0002-0730-247X

ОПТИМИЗАЦИЯ ХОДОВОЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ НАПРАВЛЕНИИ В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГООПТИМАЛЬНОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Целью исследования является разработка методики определения рациональных скоростей движения пассажирских и грузовых поездов на железнодорожном направлении Знаменка - Одесса. Основной задачей исследования является оценка влияния ходовых скоростей движения грузовых поездов на параметры функционирования инфраструктуры электрифицированного переменным током железнодорожного направления Знаменка - Одесса. Объектом исследования выступает электрифицированный переменным током железнодорожное направление Знаменка - Одесса. Предметом исследования является процесс пропуска грузовых поездов по железнодорожному направлению Знаменка - Одесса с различными нормами массы. Методом исследования является системный подход к поставленной проблеме пропуска грузовых поездов разной массы по железнодорожному направлению. Научной новизной является определение рациональных скоростей движения грузовых поездов разной массы при ускоренном движении пассажирских поездов.

Ключевые слова: скорость движения поездов; энергосберегающий график движения; масса поезда.

Внутренний рецензент *Сыченко В. Г.*

Внешний рецензент *Панасенко Н. В.*

UDC 656.212

N. A. LOGVINOVA (DNURT)

Department of management of operational work, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan st. Lazaryan, 2, 49010, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel.: (067) 524-43-22, e-mail: nata4ka@mail.ru, ORCID: orcid.org/0000-0002-0730-247X

OPTIMIZATION UNDERCARRIAGE VELOCITY OF FREIGHT TRAINS ON RAILWAY DIRECTION UNDER OPTIMAL BY ENERGY TRAIN SCHEDULE

The aim of the study is to develop a methodology for determining the rational speeds of passenger and freight trains on the railway direction Znamenka - Odessa. The main objective of the study is to assess the impact of running speeds of freight trains on electrified infrastructure parameters of alternating current rail Znamianka - Odessa. Object of research supports AC electrified railway line Znamianka - Odessa. The subject of research is the process of crossing freight trains on the railway Znamianka - Odessa with different rules of supply. The method of research is a systematic approach to the problem of freight trains crossing different mass on the rail direction. Scientific novelty is the definition of rational speeds of freight trains of varying weight at an accelerated movement of passenger trains.

Keywords: train speed; energy-efficient schedule; weight train.

Internal reviewer *Sichenko V. G.*

External reviewer *Panasenko M. V.*