

УДК 656.212.7

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.152.2015.64979>**ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЗОННОЇ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗАЦІЮ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ ДІЛЬНИЦЬ****К-т техн. наук О.М. Костенніков, магістранти Чудна О.Л., Барскова А.Ю.****ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ТА ЇЇ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗАЦИЮ МЕСТНОЙ РАБОТЫ УЧАСТКОВ****К-т техн. наук А.М. Костенников, магистранты Чудная О.Л., Барскова А.Ю.****RESEARCHING SEASONAL FLUCTUATIONS CARGO ITS IMPACT ON THE ORGANIZATION OF LOCAL SITE WORKS****Cand. of techn. sciences. O.M. Kostennikov, master student Chudna O.L., Barskova A.Y.**

Майже половина всієї вантажної роботи виконується на проміжних станціях, більшість з яких обслуговуються збірними поїздами. Упорядкування роботи цих поїздів є однією з найважливіших умов удосконалення організації місцевих вагонопотоків і повинно проводитися на основі твердого графіку руху поїздів. З урахуванням зазначеного в статті проведено дослідження питання формування місцевих поїздів в умовах нерівномірності.

Ключові слова: вагонопотік, вантажні поїзди, місцева робота, доставка вантажу, нерівномірність перевезень.

Почти половина всей грузовой работы выполняется на промежуточных станциях, большинство из которых обслуживаются сборными поездами. Составление работы этих поездов является одной из важнейших условий совершенствования организации местных вагонопотоков и должно проводиться на основе твердого графика движения поездов. С учетом указанного в статье проведено исследование вопроса формирования местных поездов в условиях неравномерности.

Ключевые слова: вагонопоток, грузовые поезда, местная работа, доставка груза, неравномерность перевозок.

A basic task of the system of organization of local work is providing of efficiency of a transport conveyer in the conditions of unevenness of traffic volumes with the purpose of reduction of time of turn of local carriage, reduction of outage of technical equipments and human capitals on handling fronts, perfection of co-operating with other types of transport and major concerns, and also the rational use of locomotives and carriages. Almost the half of all freight work is executed on the intermediate stations, majority from that served by collapsible by train. Drafting of work of these trains is one of major terms of perfection of organization of local traffic volumes and must be conducted on the basis of hard train table. Taking into account indicated in the article a study of question of forming of accommodation trains is undertaken in the conditions of unevenness.

Key words: traffic volumes, freight trains, local work, delivery of cargo, uneven traffic.

Вступ і постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Основна задача системи організації місцевої роботи – забезпечення ефективності транспортного конвеєра в умовах нерівномірності вагонопотоків з метою зменшення часу обороту місцевого вагону, скорочення простою технічних

засобів і людських ресурсів на вантажно-розвантажувальних фронтах, удосконалення взаємодії з іншими видами транспорту та великими підприємствами, а також раціонального використання локомотивів і вагонів [2,3].

Визначення мети та задачі дослідження. Основним напрямком згідно Транспортної стратегії України є комплексна

оптимізація роботи залізниць України, що спрямована на підвищення ефективності якості експлуатаційної роботи на базі нової системи управління перевезеннями. Падіння обсягів перевізної роботи на залізничному транспорті зумовило значний розрив між фактичними та потрібними ресурсами [12]. Майже половина всієї вантажної роботи виконується на проміжних станціях, більшість з яких обслуговуються збірними поїздами. Упорядкування роботи цих поїздів є однією з найважливіших умов удосконалення організації місцевих вагонопотоків і повинно проводитися на основі твердого графіку руху поїздів [5]. З урахуванням зазначеного виникає необхідність в дослідженні питання формування місцевих поїздів в умовах нерівномірності.

Аналіз останніх досліджень. У різні періоди роботи залізничного транспорту вчені, інженери, передовики виробництва зробили значний внесок в області теоретичних розробок, пов'язаних з раціональною організацією місцевої роботи дільниць, внесли багато корисних теоретичних і практичних пропозицій щодо покращення і удосконалення процесу місцевих перевезень [7,2,3,4,10]. Але через нерівномірність перевезень організація місцевих вагонопотоків потребує більш оперативного реагування, що визначило необхідність більш детального дослідження даного питання.

Основна частина дослідження. Залізничному транспорту, як і транспорту взагалі, притаманні постійні коливання обсягів перевізної роботи.

Під коливаннями обсягів перевізної роботи мається на увазі:

- зміна кількості відправлених вантажів із навантажувальних районів за сезонами року;
- зменшення навантаження в вихідні дні;
- припинення вантажно-розвантажувальних робіт окремими підприємствами в нічний час;
- добові коливання струменів вагонопотоків та розмірів руху;

- згущення підводу поїздів до стикових пунктів переходу з залізниці на залізницю і т.д.

Перераховані вище коливання відбуваються в часі, тому їх прийнято називати нерівномірністю залізничних перевезень у часі [11,1].

Нерівномірність перевезень в часі призводить до значного погіршення використання рухомого складу, непродуктивного використання локомотивів та надпростою місцевих вагонів на залізничних станціях. Як правило, нерівномірність в вантажній роботі впливає на експлуатаційну роботу мережі, залізниць, дирекцій, напрямків (збільшуються простої вагонів під вантажними операціями, в очікуванні відправлення та на технічних станціях; зростає оборот та збільшується робочий парк вагонів). В періоди зменшення вантажної роботи, можуть не виконуватися норми передачі вагонів по стиковим пунктам; збільшується відсоток порожнього пробігу вагонів; погіршується використання локомотивного парку; порушується нормальний режим роботи та збільшується необхідність в локомотивних бригадах [8].

Коливання розмірів вантажної роботи та поїзного руху викликано значною кількістю причин, які можна класифікувати наступним чином:

- причини, які залежать від експлуатаційних вимог роботи залізничного транспорту;
- причини, які пов'язані з сезонними факторами;
- причини, що знаходяться за межами транспорту, які можна прогнозувати та враховувати при плануванні перевезень;
- причини, що знаходяться за межами транспорту, більшість з яких не піддається будь-якому точному обліку.

Друга та четверта причини переважно впливають на обсяги перевезень за тривалими періодами – сезон, місяць; третя причина – в основному викликає добову нерівномірність. Згущення роботи в окремі періоди доби, як правило, визначаються першою групою. З цієї ж причини виникає внутрішньонедільна нерівномірність, яка

пов'язана з перервами в виробництві продукції в вихідні та святкові дні.

У зв'язку з тим, що внутрішньодобова та внутрішньонедільна нерівномірність навантаження є наслідком технологічних та організаційних проблем, її можна не враховувати при створенні резервів на нерівномірність. Отже, в дослідженні інтерес представляють сезонна та внутрішньомісячна нерівномірність. Безперечно, що всі нерівномірності мають деякий технологічний вплив, але таке представлення нерівномірності полегшить проведення аналізу впливу коливань обсягів роботи на організацію місцевих вагонопотоків.

Зміна обсягів перевезень за періодами року (квартал, місяць) прийнято називати сезонною нерівномірністю. Сезонну нерівномірність перевезень найбільш точно визначати коливаннями обсягів навантаження. Нерівномірність відправлення вантажів породжує нерівномірність виробництва та нерівномірність підходу порожніх вагонів під навантаження, яка залежить від характеру вивільнення вагонів в місцях вивантаження, що в свою чергу знаходиться під впливом нерівномірності відправлення вантажів. Тим самим виникає коло, в якому, один раз виникає, а потім циркулює нерівномірність.

Таким чином, нерівномірність перевезень, або постійні коливання обсягів роботи транспорту по навантаженню та руху, є специфічною особливістю залізничного транспорту, яку необхідно враховувати при плануванні перевезень, розвитку технічних засобів та організації перевізного процесу.

Статистичне дослідження сезонності пропонується проводити в «статичному» та в «динамічному» аспектах. Статичний аналіз сезонності ставить наступні задачі: чисельно виразити прояви сезонних коливань; виявити їх потужність та характер в конкретних умовах; відкрити фактори, що викликають сезонні коливання; провести математичне моделювання сезонної хвилі. Ціллю динамічного аналізу є вивчення закономірностей формування сезонних хвиль об'ємних показників вантажних

перевезень та висновок про їх еволюцію в часі (на протязі декількох років).

Відомо декілька способів дослідження сезонних коливань. Найбільш простим є побудова індексів сезонності [9,13]. Індексом сезонності є показники, які характеризують результати порівняння фактичних рівнів даного місяця із середньомісячним рівнем або рівнями, що розраховані при виявленні основної тенденції для того ж місяця.

Найбільш точним способом розрахунку індексу сезонності є розрахунок сезонних коливань за допомогою згладжування ряду за методом ковзної середньої. В цьому випадку індекси сезонності розраховуються як відношення фактичного рівня відповідного місяця до згладженого рівня. Після встановлення стійких коливань можна перейти до моделювання сезонної хвилі. Моделювання сезонної хвилі виконується на основі побудови аналітичної залежності сезонних коливань. Побудова аналітичної моделі виявляє основний закон коливання даного часового ряду у зв'язку з переходом від місяця до місяця та дає середню характеристику внутрішньорічних коливань.

В якості аналітичної форми сезонної хвилі показників вантажних перевезень пропонується використовувати рівняння, що являє собою кінцевий ряд (ряд Фур'є) синусоїдальних членів з косинусами та синусами, та має назву гармонічного аналізу. Синусоїдальна або косинусоїдальна функція з визначеним періодом i є гармонікою. Кожен член суми представляє з себе гармоніку з визначеним періодом. Перша гармоніка має період, який дорівнює довжині періоду, що досліджується. Друга має період, який дорівнює половині основного, третя одній третині основного та ін. В загальному вигляді якщо є p спостережень, то число гармонік не повинно перевищувати $p/2$.

Якщо величину показника, який досліджується, представити як частину довжини кола, то залежність відповідних їм значень показника буде мати наступний вигляд

$$\bar{y}_t = a_0 + \sum_{i=1}^{p/2} [A_i \sin(2\pi * it / p) + B_i \cos(2\pi * it / p)]$$

(1)

де p - число значень показника, що вивчається або величина періоду;

i - величина гармоніки;

t - номер спостереження ($t = 1, 2, \dots, p$);

a_0 - середньорічний рівень показника;

A_i, B_i - коефіцієнти гармонік.

Представлення часового ряду у вигляді рівняння (1) відомо як гармонічний регресійний аналіз.

Коефіцієнти A_i, B_i оцінюються по методу найменших квадратів. Отримання формул для коефіцієнтів визначається завдяки властивості ортогональності

$$\sum_{t=1}^p \sin(2\pi * it / p) \sin(2\pi * jt / p) \begin{cases} = 0, \text{ якщо } i \neq j \\ = 0, \text{ якщо } i = j = 0 \neq p/2 \\ = p/2, \text{ якщо } i = j \neq 0 \neq p/2 \end{cases} \quad (2)$$

$$\sum_{t=1}^p \cos(2\pi * it / p) \cos(2\pi * jt / p) \begin{cases} = 0, \text{ якщо } i \neq j \\ = p/2, \text{ якщо } i = j \neq 0 \neq p/2 \\ = p, \text{ якщо } i = j = 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\sum_{t=1}^p \cos(2\pi * it / p) \sin(2\pi * jt / p) = 0 \quad \text{якщо } i = j = 0, 1, 2, \dots, p/2 \quad (4)$$

Для оцінки параметрів a_0, A_i, B_i рівняння (1) при парному числі спостережень використовуються наступні формули

$$a_0 = (\sum_{t=1}^p y_t) / p$$

$$A_i = 2[\sum_{t=1}^p \sin(2\pi * it / p)] / p \quad (5)$$

$$B_i = 2[\sum_{t=1}^p \cos(2\pi * it / p)] / p$$

Звідси видно, що a_0 є середнє значення показника за період. Число гармонік не може перевищувати $p/2$, тобто $i \leq p/2$. Тому за цими формулами необхідно розраховувати коефіцієнти для $(p/2 - 1)$ гармонік. Для останньої гармоніки завжди:

$$A = 0$$

$$B = 2[\sum_{t=1}^p \cos(2\pi * it / p)] / p \quad (6)$$

Для отримання узагальненої характеристики потужності коливань динамічного ряду із-за сезонного фактору

пропонується використовувати середнє квадратичне відхилення індексів сезонності (y %) від 100% або коефіцієнт коливання сезонної хвилі.

$$\sigma_{сез} = \sqrt{\sum (i_{сез} - 100)^2 / 12}, \quad (7)$$

де $i_{сез}$ - значення постійної сезонної хвилі у % (індекс сезонності).

Порівняння коефіцієнтів коливання, які розраховуються за різні періоди, вказує зміщення в сезонності. Зменшення $\sigma_{сез}$ вказує зниження впливу сезонності на динаміку показника, що аналізується.

Зрушення в сезонності призводять до еволюції сезонної хвилі, яку можливо оцінювати за допомогою коефіцієнта напруженості Н.С. Четвертікова.

Коефіцієнт напруженості характеризує зв'язок між абсолютними сезонними відхиленнями та постійною сезонною хвилею. Цей зв'язок записується рівнянням прямої для кожного періоду:

$$d = R * y, \quad (8)$$

де R - коефіцієнт напруженості для відповідного періоду;

у - постійна сезонна хвиля в нормованих відхиленнях, яка розраховується за значеннями:

$$t_i = d_i / \sigma_i, \quad (9)$$

де σ_i середнє квадратичне відхилення абсолютних сезонних коливань.

Зміна коефіцієнта напруженості по рокам вказує на еволюцію сезонних коливань, і, як наслідок, сезонної хвилі.

Розрахунок сезонної хвилі об'ємних показників вантажних перевезень пропонується виконувати в наступній послідовності: тренд, сезонні коливання, сезонна хвиля. Використання даного принципу ґрунтується на гіпотезі одностороннього зв'язку між трендом та сезонною хвилею. Від правильного тренда залежить точність сезонної хвилі. Щоб максимально виключити тенденцію з динамічного ряду, необхідно часовий тренд та сезонний компонент розрахувати за два ітераційних етапи.

Для розрахунку сезонного компоненту пропонується використовувати ітеративний метод. Використання даного методу засноване на принципі послідовного та комплексного розрахунку загальної тенденції та сезонної хвилі. За допомогою цього методу розраховується попередня та кінцева розрахункова хвиля, в якій найбільш повно еліміновано вплив тренда та випадкових коливань [8].

Для більш обґрунтованого формулювання вимог нерівномірності був проведений аналіз обсягів місцевої роботи з урахуванням нерівномірності перевезень.

Аналіз фактично виконаних обсягів роботи залізниць проводився на основі звітних даних ГО-2, ГО-10, ЦО-11.

Дослідження внутрішньорічних коливань навантаження всіх вантажів проводилося за 2011-2013 роки. Для виключення основної тенденції розвитку динамічного ряду, яка суттєво змінювала стійкі внутрішньорічні коливання, використовувалась 12-місячна та 7-місячна ковзна середня в два ітераційних етапи.

Після видалення тренду розраховувались сезонні коливання в нормованих відхиленнях. Після цього будувалась сезонна хвиля в нормованих відхиленнях. Для традиційності представлення сезонної хвилі, нормовані відхилення перераховані в індекси сезонності. Оцінка ступені еволюції сезонної хвилі виконувалась за допомогою коефіцієнта напруженості, сила коливання постійної сезонної хвилі за допомогою коефіцієнта коливання.

На рис. 1 показано відношення обсягу середньодобового навантаження вагонів по всіх залізницях УЗ за місяць до середньодобового обсягу навантаження за рік.

З діаграми видно, що обсяги перевезення вантажів за місяцями перевищують середньорічний обсяг перевезення, наприклад, в листопаді майже на 25%. Проведене дослідження сезонної нерівномірності навантаження вантажів вказує на те, що постійні сезонні хвилі мають стійкий характер. За досліджуваний період коефіцієнт напруженості не мав тенденції до значної зміни.

Вищенаведені дані вказують на наявність вагомих відмінностей в організації місцевої роботи в умовах сезонного коливання вагонопотоків.

Для врахування цих відмінностей необхідно більш повно використовувати математичний апарат для моделювання технології роботи на ЕОМ і вирішення задач в оперативних умовах [14]. Об'єктом автоматизації повинен бути процес підготовки рішень по змінно-добовому і поточному плануванні та управлінні місцевою роботою залізниці і її дирекцій на основі інформаційної бази автоматизованих систем (АСУ) лінійного і дорожнього рівнів.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. На протязі останніх декількох років спостерігається збільшення перевезень вантажів, але при збільшенні перевезень не спостерігається збільшення частки маршрутизації. Ці два фактори призводять до зростання вагонопотоку, який перероблюється на

технічних станціях, що підвищує простої вагонів і оборот вагона, збільшуючи в свою чергу робочий парк. При нерівномірності перевезення вантажів для переробки збільшеного вагонопотоку, необхідно створювати додаткові та розвивати існуючі станції, що призведе до значних капітальних витрат. Уникнути значних інвестицій в розвиток залізничної інфраструктури при зменшенні обороту вагона та експлуатаційних витрат можливо за рахунок збільшення частки

маршрутизації, особливо ступінчатої, адже навантаження вантажів розосереджено по багатьох станціях дільниці. Отже, виникає необхідність створення системи, що визначатиме оптимальні регулювальні заходи щодо раціональної підв'язки локомотивів під місцеві состави для формування збірних та вивізних поїздів, ступінчатих маршрутів, призначення диспетчерських локомотивів в умовах сезонного коливання вантажопотоків.

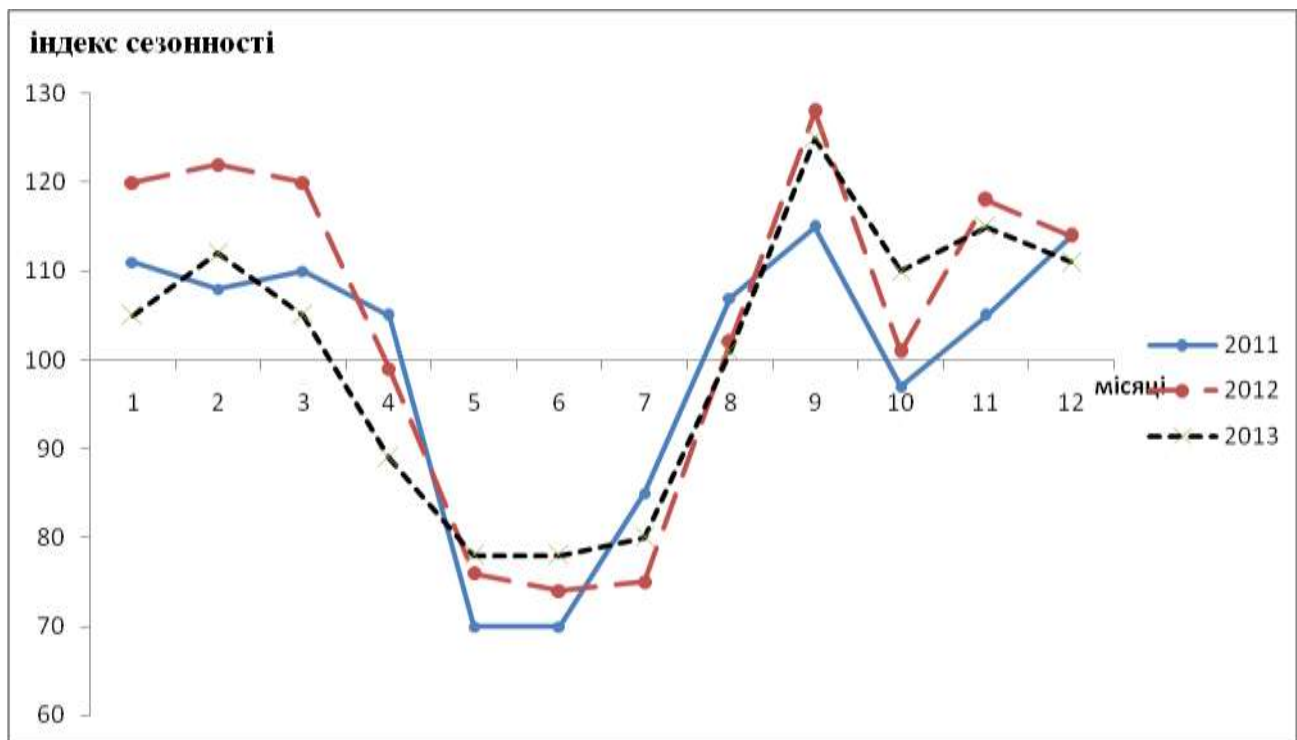


Рисунок 1 – Індекс сезонності навантаження вантажів за 2011-2013 рр

Список використаних джерел

- 1 Барков, Н.Н. Сезонная и внутринедельная неравномерность грузовых перевозок на железных дорогах [Текст] / Н.Н Барков. – М.:Трансжелдориздат, 1963. – 96с.
- 2 Гильденгорн, И.А. Совершенствование организации местной работы отделения дороги на основе математического моделирования [Текст] / И.А. Гильденгорн // Тр. ВНИИЖТ. – 1987. – Вып. 2. – С. 7-11.
- 3 Гришин, А.П. Местная работа отделения: опыт и проблемы [Текст] / А.П.Гришин // Железнодорожный транспорт. – 1996. – №2. – С. 10-20.
- 4 Данько, М.І. Прогнозування розподілу вагонопотоків на основі теорії нечітких множин [Текст] / М.І. Данько, О.В. Лаврухін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2004. – №2. – С. 80-83.
- 5 Кирьянова, О.С. Выбор рационального числа остановок сборных поездов [Текст] / О.С. Кирьянова // Вестник ВНИИЖТ. – 1964. – №5. С. 16-22.
- 6 Костенніков, О.М. Удосконалення технології регулювання рухомого складу для перевезення сезонних вантажів [Текст] / О.М. Костенніков, В.М. Запара, Д.І. Мкртичян,

А.О. Ковальов, М.В. Кузьменко // Збірник наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 112. – С. 123-128.

7 Лаврухін, О.В. Удосконалення автоматизованих робочих місць оперативного персоналу на базі інформаційно-керуючих систем [Текст] / О.В. Лаврухін, І.В. Мікулін // Збірник наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 85. – 70–78 с.

8 Мацюк, В.І. Удосконалення системи розвозу місцевих вагонів в залізничному вузлі: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / В.І. Мацюк; [ДЕТУТ]. – К., 2008. – 22с.

9 Прилепин, Е.В. Методы оперативного управления доставкой местного груза на отделении железной дороги: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Е.В. Прилепин, [ВНИИАС МПС России]. – М., 2004. – 22с.

10 Сафиулин, Р.Н. Совершенствование управления местной работой / Р.Н. Сафиулин [Текст] // Сб.науч.трудов. УрГУПС. – 2006. – №52. – С. 13-19.

11 Ситников, М.Д. Неравномерность перевозок грузов и резервы вагонного парка [Текст] / М.Д. Ситников. – М.: Транспорт, 1968. – 142 с.

12 Транспортна стратегія України на період до 2020 року. [Електронний ресурс]: [схвалена розпорядженням КМУ від 16.груд. 2009р. №1555-р.]. –Режим доступу: [www/URL: http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/](http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/) 10.12.2009. – Київ.

13 Федотов, Н.И. Колебания объемов работы на грузовых станциях [Текст] / Н.И. Федотов. – Труды НИИЖТ. – Вып. 39. – 1964. – С. 53-76.

14 Швыров, В.В. Сезонные колебания в торговле и методы их изучения [Текст] / В.В. Швыров, Т.С. Швырова. – Новосибирск, 1969. – 41 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.М.Огар

Костенніков Олексій Михайлович к-т техн. наук, доцент кафедри Управління вантажною і комерційною роботою. Тел.: 057-730-19-89, e-mail: alexeykostennikov@yandex.ru

Чудна Ольга Леонідівна слухач групи МЗ-ОПУТ-13

Барскова Анна Юріївна слухач групи МЗ-ОПУТ-13

Kostennikov Olexiy Mikhaylovich Ph. D, associate professor of the chair "Management of freight and commercial operation". Tel.:057-19-89, e-mail: alexeykostennikov@yandex.ru

Chudna Olga Leonidivna. student of the group M3-ROM-13

Barskova Anna Yuriivna student of the group M3-ROM-13