

Український державний університет залізничного транспорту

Затверджено
рішенням вченої ради факультету
Управління процесами перевезень
прот. № 1 від 28.08.2020 р

Рекомендовано
на засіданні кафедри управління
експлуатаційною роботою,
прот. № 1 від 25.08.2020 р.

СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

**II семестр - I навчального року,
I, II семестр - II навчального року**

Освітній рівень третій (доктор філософії)
галузь знань 27 Транспорт
спеціальність 275 Транспортні технології
спеціалізація 275.02 на залізничному транспорті

Час та аудиторія проведення занять: згідно індивідуального розкладу
<https://kart.edu.ua/unit/phd/zdobuvach>

Команда викладачів:

Лектор: Бутько Т.В. (доктор технічних наук, професор), Контакти: +38(057) 730-10-89 e-mail: uermp@ukr.net
Години прийому та консультацій: 13.00-14.00 вівторок – четвер Розміщення кафедри: Місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 1 корпус, 4 поверх, 411 аудиторія.
Веб-сторінки курсу: http://do.kart.edu.ua/ Додаткові інформаційні матеріали: http://metod.kart.edu.ua/last/process/

Метою викладання навчальної дисципліни «Методи оптимізації транспортних систем» є отримання аспірантами знань та практичних навичок щодо формалізації транспортних процесів і систем у вигляді оптимізаційних задач, вирішення яких дозволяє прийняти оптимальні управлінські рішення на оперативному, тактичному та стратегічному рівнях.

Дисципліна «Методи оптимізації транспортних систем» повинна надати уявлення про підходи та методи формування інтелектуальних транспортних технологій, що базуються на розробці та впровадженні як локальних так і розподілених систем підтримки прийняття рішень на автоматизованих робочих місцях оперативного і диспетчерського персоналу на об'єктах інфраструктури транспортних систем, зокрема залізничних станцій, дільниць, напрямків, полігонів, вокзалів, тощо.

Найбільш поширеними математичними методами є методи вирішення багатокритеріальних задач, теорія графів, теорія нечіткої логіки, методи довгострокового та короткострокового прогнозування, методи оцінювання якості при управлінні динамічної транспортною системою.

У процесі вивчення аспірант освоює методи формування критеріїв якості функціонування транспортних систем, критеріїв оцінювання стійкості та надійності динамічних систем, підходи до формалізації процедури прийняття рішень при управлінні транспортною системою

Курс має на меті сформувані та розвинути наступні компетентності аспірантів:

- 1. Цілісно – смислово компетентність** (формування та розширення світогляду аспіранта в області методів оптимізації показників роботи динамічних транспортних систем, здатність до розуміння засобів і методів дослідження транспортних технологій на інтелектуальних засадах)
- 2. Загальнокультурну компетентність** (розуміння культурних, історичних та регіональних особливостей, що склалися в Україні та за її межами в області формування інтелектуальних транспортних технологій, зокрема на залізничному транспорті);
- 3. Навчально-пізнавальну компетентність** (формування у аспіранта зацікавленості про стан та перспективи розвитку методів формалізації процесів функціонування транспортних систем з метою формування інтелектуальних транспортних технологій для управління, розвитку креативної складової компетентності, здатність аспіранта формувати цілі дослідження, з метою їх вирішення, вміння знаходити рішення у нестандартних ситуаціях в контексті забезпечення наукового потенціалу, уміння формулювати наукову задачу та написання наукових текстів)
- 4. Інформаційну компетентність** (розвиток вмінь аспіранта до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору потрібної наукової інформації в області транспортних технологій за допомогою сучасних методів та інтелектуальних інформаційних технологій, уміння працювати з основними наукометричними базами)
- 5. Комунікативну компетентність** (розвиток у аспіранта навичок роботи в команді шляхом реалізації групових сумісних проєктів в області формування автоматизованих транспортних технологій, вести дискусію у досліджуваній сфері,

вміння презентувати власний проект та кваліфікаційну роботу, формування навичок типу soft skills);

6. Компетентність особистісного самовдосконалення (елементи інтелектуального, духовного саморозвитку, емоційної саморегуляції та самопідтримки; підтримка постійного прагнення самовдосконалення та самопізнання шляхом постійного пошуку раціональних методів прийняття рішень при управлінні, здатність до розуміння важливості наукових цінностей в сфері транспортних технологій).

Чому ви маєте обрати цей курс?

Якщо вас цікавить наукові дослідження у сфері інтелектуалізації прийняття рішень при управлінні транспортними технологіями, або отримання нових знань та турбують питання формування автоматизованих транспортних технологій - вам потрібний саме цей курс!

Від здобувачів очікується: базове розуміння філософії, математики, основ експлуатації залізниць, а також обізнаність в питаннях використання сучасних інформаційних технологій в галузі транспорту.

Частина змісту курсу присвячена вивченню методів ефективного прийняття рішень, оцінювання синергетичного ефекту в транспортній системі, формуванню критеріїв оцінки управлінських рішень. Під час вивчення курсу охоплюються питання оптимізації структурованих та слабкоструктурованих транспортних систем, технічні та інженерні аспекти їх застосування, технологічні інновації, формалізація транспортних систем та технологій.

Команда викладачів і ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті і особисто - у робочий час.

Огляд курсу

Цей курс, який вивчається на протязі трьох семестрів (I курс – 2 семестр, II курс – 1 та 2 семестри), дає аспірантам глибоке розуміння застосування основних наукових методів оптимального управління транспортними системами і технологіями, зокрема на залізничному транспорті та при взаємодії з іншими видами транспорту.

Курс складається з однієї лекції та п'яти практичних занять на семестр протягом трьох семестрів. Він супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Аспіранти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання шляхом обговорень в аудиторії для виконання кваліфікаційної роботи з транспортних технологій.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин/ 5,0 кредити ECTS.

Методи оптимізації транспортних систем / схема курсу

Поміркуй	Лекції	Виконай
	Довідковий матеріал	
	Презентації	
	Обговорення в аудиторії	
	Групові завдання	
	Допомога у виконанні кваліфікаційної дисертаційної роботи	
	Індивідуальні консультації	
	Он-лайн обговорення (форум у соціальних мережах)	
	Залік	

Практичні заняття курсу передбачають виконання завдань з формування оптимізаційних моделей динамічних транспортних систем та технологій (на прикладі залізничного транспорту та попередню підготовку до виконання кваліфікаційної роботи). Дисципліна фіналізується контрольними заходами (залік у кожному семестрі). Виконання завдань супроводжується посиланнями на суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у аспіранта інноваційну, інформаційну та комунікативну компетентності.

Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету у розділі Дистанційне навчання <http://do.kart.edu.ua> поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати підчас підготовки для обговорення в аудиторії. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку лекції або практичного заняття. Підчас обговорення ми запропонуємо вам критично поміркувати над тим, як використовуються методи оптимізації транспортних систем для формування автоматизованих інтелектуальних технологій для залізничного транспорту. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що ви думаєте!

Приклади питань для обговорення:

- 1) Формалізація оцінювання синергетичного ефекту для когерентної транспортної системи.
- 2) Особливості формування критеріїв для оптимального управління динамічною транспортною системою.
- 3) Поняття фазовий простір «та фазова траєкторія» для динамічної транспортної системи.
- 4) Навести в загальному вигляді інтегральний критерій якості управління транспортною системою.
- 5) Навести принцип ієрархічності побудови моделі на прикладі залізничної транспортної системи.
- 6) Розкрити поняття «нештатна ситуація» при управлінні транспортною системою.

Аспіранти можуть задавати питання, а також обговорювати і аналізувати теми дисципліни поза лекціями. Аспіранти можуть задавати питання та отримувати консультації щодо індивідуального завдання та проблеми залізничного транспорту в цілому.

Розподіл лекцій на змістовні модуль

Змістовний модуль 1 (2 сем. 1 року навчання). Кваліфікація та методологія формування оптимізаційних моделей транспортних систем.

Тема 1. Мета, задачі курсу. Кваліфікація моделей оптимізації транспортних систем.

Тема 2. Моделі оптимізації структурованих систем.

Тема 3. Методи оптимізації слабо структурованих систем.

Тема 4. Методи вирішення багатокритеріальних задач.

Тема 5. Формування оптимізаційних моделей транспортних систем на основі теорії графів.

Тема 6. процедура оптимізації логістичних транспортних систем.

Змістовний модуль 2 (1 сем. 2 року навчання). Методи визначення синергетичного ефекту транспортних систем.

Тема 7. Методи управління динамічною транспортною системою на основі апарату нечітких множин та нечіткої логіки.

Тема 8. Формування інтегрального критерію якості управління динамічною транспортною системою.

Тема 9. Методи побудови моделей транспортних систем у випадку випадкових забруднень, оцінка періоду релаксації.

Тема 10. Використання властивості самоорганізації транспортної системи для формалізації її функціонування.

Тема 11. Методи дослідження динаміки станів транспортних систем на фазовій траєкторії.

Тема 12. Моделі розвитку та еволюції транспортних систем.

Змістовний модуль 3 (2 сем. 2 року навчання). Методи оцінювання стійкості та інерційності транспортних систем.

Тема 13. Процедура оцінювання стійкості транспортних систем у випадку нештатних ситуацій за класичними критеріями.

Тема 14. Методи визначення структури і параметрів транспортних потоків.

Тема 15. Формування прогностичних моделей транспортних потоків на основі апарату нейронних мереж.

Тема 16. Методологія використання нечітких реляційних рівнянь для прогнозування станів транспортних систем.

Тема 17. Впровадження елементів штучного інтелекту для управління транспортними потоками з використанням м'яких обчислень, зокрема генетичного алгоритму.

Тема 18. Методологія удосконалення інформаційних систем (АСК ВП УЗ-Є, АСК ПП УЗ) шляхом впровадження систем підтримки прийняття рішень для управління залізничною транспортною системою.

Семинарські заняття

Не передбачено навчальним планом.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми
1	Методи вирішення багатокритеріальних задач. Формування критеріїв.
2	Процедура оптимізації логістичних транспортних систем
3	Використання ентропійних моделей для оптимізації транспортних систем
4	Процедура оптимізації транспортних систем на основі теорії графів
5	Критерії оцінювання стійкості системи за Ляпуновим, критерії Рауса, Гурвіца
6	Моделі прогнозування станів транспортної системи на основі нейронних мереж
7	Моделі прогнозування транспортних кореспонденцій на основі системи нечітких реляційних рівнянь
8	Моделі прогнозування пасажиропотоків за допомогою генетичного алгоритму
9	Формування структурних схем підтримки прийняття рішень при управлінні транспортною системою
10	Моделі управління динамічною транспортною системою в умовах невизначеності вихідних даних
11	Метод нечіткої кластеризації даних на основі принципу самоорганізації
12	Формування моделей управління транспортною системою в умовах нештатних ситуацій
13	Методи оцінювання якості при управлінні динамічною транспортною системою

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Опрацювання лекційного матеріалу
2	Підготовка практичних робіт
3	Підготовка та складання модулів, тестів, іспиту і заліку з курсу
4	Виконання індивідуальних завдань (контрольна робота)
5	Опрацювання окремих розділів програми, які не викладаються на лекціях

Заплановані результати навчання

Мета викладання навчальної дисципліни «Методи оптимізації транспортних систем» є отримання аспірантами знань і практичних навичок в області формалізації технологічних процесів в транспортній діяльності та управління транспортними потоками, зокрема на залізничному транспорті, з подальшою розробкою автоматизованих технологій в рамках діючих інформаційних системах (АСК ВП УЗ-Є, АСК ПП УЗ).

Викладання дисципліни «Методи оптимізації транспортних систем» повинно вестись з використанням загальноприйнятої термінології відповідно до вимог і понять, викладених в Державних стандартах (ISO, ЄСКД, КСПД та ін.).

Завданням вивчення дисципліни «Методи оптимізації транспортних систем» є :

- оволодіння теоретичними основами методів оптимізації інфраструктурних та технологічних складових транспортних систем ;
- набуття практичних навичок щодо застосування методів формалізації технологічних процесів в транспортних системах (зокрема залізнична транспортна система) з метою автоматизації процесів управління.

Цілями та завданнями навчальної дисципліни є формування та розвиток таких компетентностей.

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері транспортних систем та технологій, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

РН02. Формулювати і перевіряти гіпотези, використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень,...) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

РН03. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та /або створення інноваційних продуктів у сфері.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації наукового характеру з різних джерел.

ЗК03. Системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір.

ФК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері транспортних технологій та у дотичних до неї міждисциплінарних напрямках, результати яких можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з транспортних технологій та суміжних галузей.

ФК03. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері транспортних технологій, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

ФК04. Здатність розробляти науково-дослідні проекти у сфері транспортних систем та технологій та управляти ними.

ФК05. Здатність застосовувати відповідні математичні методи, моделі, комп'ютерні технології, а також засади стандартизації та сертифікації для розв'язання складних завдань у галузі транспортних систем і технологій.

Крім того знати: основні поняття оптимального управління динамічною транспортною системою; методи побудови оптимізаційних моделей технологічних процесів перевезення вантажів і пасажирів, що адекватно відтворюють функціонування транспортної системи; закономірності функціонування динамічних транспортних систем;

вміти: визначити об'єкт та предмет дослідження, проводити кваліфікацію транспортних систем та підсистем; формувати оптимізаційні моделі технологічних процесів у транспортних підрозділах; прогнозувати можливі стани системи з метою оптимізації управлінських рішень; доводити адекватність моделей;

мати уявлення: про представлення транспортної системи (зокрема залізничної транспортної системи), як складної динамічної системи, усередині якої рухаються по окремих елементах інфраструктури як неперервні так і дискретні транспортні потоки; природу динамічності системи уявляти як фазову траєкторію, за якою рухається система, а оптимальне управління представляти як комплексне технічних, технологічних та правових заходів, що

наближають реальну фазову траєкторію до нормальної фазової траєкторії.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин/ 5,0 кредитів ECTS.

Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) аспіранта, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Відвідування лекцій:

Бали за цю складову не нараховуються взагалі, якщо аспірант не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. **Максимальна сума становить 10 балів.**

Практичні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями та стислою презентацією виконаного завдання. **Максимальна сума становить 25 балів.**

Ступінь залученості:

Мета участі в курсі – залучити вас до дискусії, розширити можливості навчання для себе та своїх однолітків та дати вам ще один спосіб перевірити свої погляди на питання щодо методів оптимізації транспортних систем, застосування сучасних засобів та методів наукового дослідження транспортних технологій (для залізничного транспорту). Участь буде оцінюватися на основі кількості та вірності ваших відповідей. Питання, хоча й заохочуються, однак не оцінюються в цьому блоці. Ми намагаємося надати всім аспірантам рівні та справедливі можливості для підвищення власної залученості. **Максимальна сума становить 10 балів.**

Завдання на самостійну роботу:

Здобувачам (аспірантам) відповідно до обраної теми кваліфікаційної роботи пропонується визначити ступінь використання тематики дисципліни «Методи оптимізації транспортних систем». За вчасне та вірне виконання цього завдання нараховується до **15 балів** до поточного контролю.

Залік:

- Аспірант отримує оцінку за залік на підставі поточного контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати аспірант становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів під час заліку). Якщо аспірант не погоджується із запропонованими балами, він може підвищити їх на заліку, відповівши на питання викладача.

Бутько Тетяна Василівна (<https://kart.edu.ua/staff/butko-ty>) - лектор, завідувачка кафедри Управління експлуатаційною роботою УкрДУЗТ. Доктор технічних наук (1996 р., спеціальність 05.22.07 “Рухомий склад залізниць та тяга поїздів”, УкрДУЗТ), професор по кафедрі Управління експлуатаційною роботою та міжнародним перевезенням (2004 р.). Напрямок наукової діяльності: дослідження та формування інтелектуальних систем в управлінні експлуатаційною роботою на залізничному транспорті; проведення досліджень та розробка концепції, технології і організаційної структури, щодо створення логістичних центрів залізниць України; методи формування інтелектуальних залізничних транспортних систем; розробка математичних моделей організації перевезень на залізничному транспорті.

Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням: <http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи аспіранти можуть консультиватися з викладачами та з іншими аспірантами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, вміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими аспірантами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

Інтеграція аспірантів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>

Для інтеграції аспірантів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Рекомендована література

Основна

1. Борисов, А.Н. Диалоговые системы принятий решений на базе мини – ЭВМ: информационное, математическое, программное обеспечение [Текст] / А.Н. Борисов, Э.Р. Вилломс, Л.Я. Сукур. – Рига: Зинатие, 1986. – 195с.
2. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: теория, синтез, эффективность [Текст] / В.А. Тарасов, Б.М. Герасимов, И.А. Левин, В.А. Корнейчук; под ред. В.А. Тарасова. - К.: МАКНС, 2007. – 336 с.
3. Ларичев, О.И. Проблемы взаимодействия человек – ЭВМ в системах поддержки принятия решений [Текст] / О.И. Ларичев // Процедуры оценивания многокритериальных объектов.-М.: ВНИИСИ, 1984. – С.20-28.
4. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление [Текст] : пер.с англ. / А. Пегат. – М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.
5. Ульяницкий, Е.М. Информационные системы взаимодействия видов транспорта [Текст]: учеб. Пособие для вузов ж.-д. трансп./ Е.М. Ульяницкий, А.И. Филоненковы, Д.А. Ломаш – М.: Маршрут, 2005. – 264с.
6. Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте [Текст]: учебн. для вузов ж.-д. трансп. / Л.П. Тулупов, Э.К. Лецкий, И.Н. Шапкин, А.И. Самохвалов; под ред. Л.П. Тулупова. – М.: Маршрут, 2005.-467 с.
7. Бутько Т.В. Процедура еволюційного настроювання моделі прогнозування кореспонденцій на основі нечітких реляційних обчислень [Текст] / Т.В. Бутько, Л.О. Пархоменко // Збірник наукових праць SWorld. SCIENTIFIC RESEARCHES AND THEIR PRACTICAL APPLICATION. MODERN STATE AND WAYS OF DEVELOPMENT, 2013, - 1- 12 ЖОВТНЯ 2013, м. Івано-Франківськ. – тези доп. – Вип. 3. Том 2. – С. 94- 97.
8. Поліщук В.П. Теорія транспортного потоку: методи та моделі організації дорожнього руху / В.П. Поліщук, О.П. Дзюба. – К.: Знання України, 2008. – 175 с.

9. Вильсон А.Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем: Пер. с англ., 1978. – 248 с.
10. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования [Текст] / Ю.П. Лукашин. – М.6 Статистика, 1979. – 254 с.
11. Интеллектуальные системы піддержки прийняття рішень: теорія, синтез, ефективність [Текст] / В.А. Тарасов, Б.М. Герасимов, И.А. Левин, В.А. Корнейчук; под ред. В.А. Тарасова. - К.: МАКНС, 2007. – 336 с.
12. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.:БХВ Петербург, 2005. – 736с.
13. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление [Текст] : пер.с англ. / А. Пегат. – М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.
14. Кисляков А.В. Генетические алгоритмы: операторы скрещивания и мутации [Текст]/А.В. Кисляков// Информационные технологии. – 2001. - № 1. – С. 29-34.
15. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. – М.: Мир, 1981.- 324 с.
16. Бутько Т.В., Шумик Д.В. Сучасні інформаційні технології в управлінні залізничними підрозділами: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 85 с.
17. Системологія на транспорті: Підручник: У 5 кн. Кн. I: Основи теорії систем і управління / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін.; За заг. ред. М.Ф. Дмитриченка. – К.: Знання України, 2005. – 344 с.

Допоміжна

1. Деннинг, В. Диалоговые системы «человек – ЭВМ». Адаптация к требованиям пользователя [Текст] / В. Деннинг, Г Эссиг, С. Маес; пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 112 с.
2. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах [Текст]: учебн. Для вузов ж.-д. трансп. / В.А. Гапанович, А.А. Грачев [и др.]; под ред. В.И. Ковалева, А.Т. Осьминина, Г.М. Грошева. – М.: Маршрут, 2006.-544с.
3. Поттгофф Г. Учение о транспортных потоках. Перевод с немецкого Шейко В.И. и Воскресенского В.Н.. Под редакцией Нестерова Е.П.. М. Изд-во Транспорт. – 1975. – 344 с.
4. Бутько Т.В. Формування моделі розвитку залізничної системи швидкісних перевезень на основі принципів самоорганізації [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, Л.О. Пархоменко, І.В. Копаниця // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. - Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – № 54. – С. 67-70.
5. Прикладные нечеткие систем. Пер. с япон./Асаи К., Ватада Д. и др.-М.:мир, 1993.-368с.
6. Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте [Текст]: учебн. для вузов ж.-д. трансп. / Л.П. Тулупов, Э.К. Лецкий, И.Н. Шапкин, А.И. Самохвалов; под ред. Л.П. Тулупова. – М.: Маршрут, 2005.-467 с.
7. Бутько Т.В. Формалізація технології організації групових поїздів оперативного призначення / Бутько Т.В. , Прохорченко А.В., Киман А.М.// Восточно - европейский журнал передових технологій. Вип.4/3 (76). - 2015, Харків.- 38-43с.
8. Бутько Т.В. Обґрунтування виду функції приналежності нечітких параметрів локомотивних інтелектуальних систем керування/ Бутько Т.В. , Бабанін О.Б., Горобченко О.М.// Восточно - европейский журнал передових технологій. Вип.1 (73). - 2015, Харків.- с.4-7.
9. Бутько Т.В. Формирование автоматизированной системы расчета пропускной способности железнодорожных сетей для продвижения грузопотоков предприятий горно-металлургического комплекса / С.В. Панченко, Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, Л.О. Пархоменко// Науковий вісник Національного гірничого університету. – м.Дніпро. – 2016. – № 2. –С. 93-99.
10. T. Butko An improved method of determining the schemes of locomotive circulation with regard to the technological peculiarities of railcar traffic / Tatyana Butko, Andrii Prokhorchenko, Mykhailo Muzykin // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Том 5, Випуск 3 (83) с. 47-55.

11. Butko, T.V. Improvement of technology for management of freight rolling stock on railway transport/ T. Butko, S.Prodashuk, G.Bogomazova, G.Shelekhan, M. Prodashuk , R.Purii// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2017. -Vol. 3 (87). - P. 4-11.
12. Development of the method for modeling the propagation of delays in non-cyclic train scheduling on the railroads with mixed traffic1/T. Butko, A. Prokhorchenko, T. Golovko, G. Prokhorchenko//Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2018. - № 3(91). - С. 30-40.
13. Butko T., Prokhorov V., Chekhunov D. Devising a method for the automated calculation of train formation plan by employing genetic algorithms. Eastern-European journal of enterprise technologies. 2017. Vol. 85. No. 3. Pt. 1. P. 55–61.
14. Butko T., Prokhorov V., Kalashnikova T., Riabushka Y. Organization of railway freight short-haul transportation on the basis of logistic approaches. Procedia Computer Science. 2019. №149. P. 102–109.
15. Butko T., Kostiennikov O., Parkhomenko L., Prokhorov V., Bogomazova G. Forming an automated technology to manage freight transportation along a direction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. №1/3(97). P. 6–13.
16. T. Butko, M. Mykhailo, A. Prokhorchenko, H. Prokhorchenko. Determining the rational motion intensity of train traffic flows on the railway corridors with account for balance of expenses on traction resources and cargo owners. Transport and Telecommunication, Riga, Litvia, 2019, volume 20, no.3, P. 215-228

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. http://www.uz.gov.ua/about/general_information/entertainments/pktbit/
3. http://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/page-4/451889/
4. <http://uz-cargo.com/>
5. <http://www.tmssoft-ltd.com/ua/about/about.php>